

Everyone is a genius. But if you judge a fish on its ability to climb a tree, it will live its whole life believing that it is stupid.

– Albert Einstein



# BIOLOGIAN YLIOPPILASKOKEIDEN HAASTEET

Koetehtävien sisällöt ja vaikeustasot sekä niiden vaikutus todelliseen osaamiseen

**YLIOPPILASTUTKINTO- LAUTAKUNTA**

Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, vaikeimmat, +:lla merkityt jakeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisista tehtävistä a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri kohtien enimmäispistemäärät.

1. Eläinsolun kaavamaaisessa kuvassa on numeroidut solun osat. Nimeä numeroidut soluelimet tai rakenteet ja selosta lyhyesti (parilla rivillä) tapahtuma, joka liittyy kyseeseen so- luelimeen.

Kuva: Jorma Paranko

2. Kopioi seuraavalla sivulla oleva taulukko vastauspaperisi ja merkitse rastilla ne vaihtoehdot, jotka liittyvät kuvien 1–6 esittämään elioon.

Kuvat 1, 2, 5, 6: Juhani Terhivaara, kuva 3: <http://www.flickr.com/photos/23289914@N00/2821834407/> (1.4.2010, muokattu)

Kuva 4: [http://www.soluneti.fi/tiedot/kuvat\\_solubiologia/](http://www.soluneti.fi/tiedot/kuvat_solubiologia/) (25.1.2010, muokattu)

**YLIOPPILASTUTKINTO- LAUTAKUNTA**

Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, vaikeimmat, +:lla merkityt jakeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisista tehtävistä a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri kohtien enimmäispistemäärät.

1. Alla olevassa taulukossa kuvataan evoluutioon liittyviä A–E esittävät eliöryhmiä, joiden ilmaantuminen maahan on merkitty numeroin 1–5 viisi ajanryhmistä runsastui kunakin taulukossa numeroidun ryhmän ja vastaavan aikakauden yhdistäminen (4 p.)

Elämän aika	Paleotsooinen maailmankausi, elämän vanha aika (600–250 m. vuotta sitten)
Prekambr	
Kambri	
Ordovik	
Siluri	
Devoni	

A. Hevoseläimet B. Sammalet

2. Nimeä putkilokasvin lehden

Kuva A: D. C. Kimber, C. E. Grey, C. E. Stackpole, L. Leavell, *Anatomy and Physiology: The Macmillan Company*, New York, Kuva B: Jorma Paranko

Lähde: Kuva A: D. C. Kimber, C. E. Grey, C. E. Stackpole, L. Leavell, *Anatomy and Physiology: The Macmillan Company*, New York, Kuva B: Jorma Paranko

Helsingin yliopisto

Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta

Ekologia ja evoluutiobiologia,

aineenopettajan suuntautumisvaihtoehto

Sara Lindholm

Toukokuu 2017



Tiedekunta – Fakultet – Faculty Bio- ja ympäristötieteellinen		Laitos – Institution– Department Biotieteiden laitos	
Tekijä – Författare – Author Sara Lindholm			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Biologian ylioppilaskokeiden haasteet – Koetehtävien sisällöt ja vaikeustasot sekä niiden vaikutus todelliseen osaamiseen			
Oppiaine – Läroämne – Subject Ekologia ja evoluutiobiologia, aineenopettajan suuntautumisvaihtoehto			
Työn laji – Arbetets art – Level Pro gradu -tutkielma		Aika – Datum – Month and year Toukokuu 2017	Sivumäärä – Number of pages 93 + 8
<b>Tiivistelmä – Referat – Abstract</b> <p>Summatiivisesta lukion biologian arvioinnista eli ylioppilaskokeista ei ole kattavaa tutkimustietoa. Tutkimustietoa kuitenkin tarvitaan, sillä arviointi (esimerkiksi koetehtävien haasteet ja sisältö) ohjaa sitä, miten opiskelijat oppivat ja mitä opiskelijat pitävät tärkeänä. Lisäksi tutkimustulosten niukkuuden johdosta on mahdotonta sanoa mittaako koe keskeistä biologian osaamista hyvin. Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa biologian ylioppilaskokeiden haasteista ja sisällöistä sekä tarjota ensimmäistä kertaa kattavaa tietoa osaamiseen vaikuttavista tekijöistä sekä sukupuolten välisistä eroista biologian osaamisessa sekä sisältöjen kiinnostavuudessa. Tutkimustuloksia voidaan käyttää hyödyksi uuden lukion opetussuunnitelman vaikutusten arviointiin sekä tukena uuden sähköisen ylioppilaskokeen tehtävien laatimisessa. Tutkimuskysymykset olivat: 1) Millaisia biologian ylioppilaskokeiden tehtävät ovat, kun niitä tarkastellaan tehtävätyyppien, ydinsisältöjen sekä tiedon- ja ajattelutaidon tasojen suhteen? 2) Jakautuvatko tehtävätyypit sekä tiedon- ja ajattelutaidon tasot tasaisesti kaikkien ydinsisältöjen välille? 3) Miten a. tutkintokerta, b. tehtävätyyppi, c. ydinsisältö ja d. tiedon sekä ajattelutaitojen tasot selittävät tehtävissä onnistumista? 4) Onko osaamisessa eroja eri ydinsisältöjen a. tehtävätyypeissä ja b. tiedon- sekä ajattelutaidon tasoilla? sekä 5) Miten sukupuoli selittää erilaisten tehtävien valintaa ja niissä menestymistä?</p> <p>Työssä tutkittiin laadullisesti biologian ylioppilaskoetehtävien arviointiin liittyviä tekijöitä: tehtävän laajuutta kuvaavan tehtävätyypin (valinta-, suppea tuotos- tai suorituskeskeinen tehtävä), sekä tehtävässä vaaditun tiedon tason (fakta-, käsite- tai menetelmätieto) ja tehtävän kognitiivista haastetta kuvaavan ajattelutaidon tason mukaan (muistaa, ymmärtää, soveltaa, analysoida, arvioida ja luoda). Tehtävien sisällöllistä vaihtelua tutkittiin tehtävässä esiintyvän biologisen ydinsisällön avulla (Molekyyleistä organismeihin: rakenteet ja prosessit, Ekosysteemit: vuorovaikutus, energia ja dynamiikka, Perinnöllisyys: perimä ja muuntelu sekä Biologinen evoluutio: yhteneväisyys ja monimuotoisuus). Tutkimuksen kohteena olivat biologian ylioppilaskokeet kevästä 2011 kevääseen 2015 (yhteensä 9 koetta, 108 tehtävää). Määrällisesti tutkittiin Ylioppilastutkintolautakunnan valmiin, kokelaiden (<math>n = 28\,777</math>) tehtäväkohtaiset pistemäärät sisältävän, aineiston avulla, miten näiden analysoitujen kokeiden sisällöltään tai haastavuustasoltaan vaihtelevissa tehtävissä oli menestytty, sekä saivatko tytöt ja pojat yhtä hyviä tuloksia.</p> <p>Tehtävätyypeistä valintatehtäviä oli häviävän pieni määrä (neljä tehtävää 108:sta). Tehtävissä esiintyi kaikkia tiedon tasoja, mutta pääpaino oli kuitenkin käsitetiedon ymmärtämisessä eikä korkeammista ajattelutaidon tasoista analysointia ja luomista vaadittu lainkaan. Suurin osa tehtävistä käsitteli molekyyleistä organismeihin-ydinsisältöä, eli fokuksena olivat biologiset rakenteet ja prosessit. Pistemäärien analysointi osoitti saatujen kokonaispistemäärien olleen korkeampia syksyisin kuin keväisin ja kokonaispistemäärien olleen jatkuvassa laskussa. Tehtävien pistemääriin vaikuttivat eniten tehtävätyyppi ja vaadittu ajattelutaidon taso. Biologisten ydinsisältöjen välillä oli sekä osaamisessa että aihealueen kiinnostavuudessa eroa, biologinen evoluutio -ydinsisältö näyttäytyi kiinnostavimpana ja parhaiten osattuna. Tytöt osasivat biologiaa yleisesti paremmin, mutta soveltamista vaativissa tehtävissä sukupuolten välinen ero oli hyvin kapea tai olematon, ekosysteemeihin liittyviä soveltamistehtäviä pojat olivat osanneet tyttöjä paremmin.</p> <p>Tutkimus osoitti myös muita osaamiseen vaikuttavia tekijöitä, joista eräs merkittävimmistä oli tehtävänannossa käytettyjen verbien tai niiden puutteen vaikutus osaamiseen; jos tehtävänannosta puuttui ratkaisemista kuvaava verbi (esim. erottele, pohdi, kuvaile), olivat kokelaat onnistuneet tehtävässä erittäin heikosti. Tehtävän rakenteellisilla seikoilla näyttää olevan erityisesti poikien osaamiseen suuri vaikutus. Tutkimusta tulisi jatkaa tehtävänantojen luokittelulla, esimerkiksi sanallisen ohjauksen tai kuvallisen yhteyden vaikutuksesta osaamiseen.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Biologian ylioppilaskoe, arviointi, Bloomin taksonomia, tehtävätyypit, ydinsisältöalueet			
Ohjaaja tai ohjaajat –Handledare – Supervisor or supervisors Anna Uitto (HY – Kasvatustieteen laitos), Viivi Virtanen, Henna Asikainen			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Biotieteiden laitos, Viikin tiedekirjasto ja E-thesis (ethesis.helsinki.fi)			

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Faculty of Biological and Environmental Sciences		Laitos – Institution– Department Department of Biosciences
Tekijä – Författare – Author Sara Lindholm		
Työn nimi – Arbetets titel – Title The challenges of Matriculation Examination of Biology– Contents and difficulty levels of test assignments and their effect on the actual knowledge		
Oppiaine – Läroämne – Subject Ecology and evolutionary biology, the subject teacher's sub-programme		
Työn laji – Arbetets art – Level Master's thesis	Aika – Datum – Month and year May 2017	Sivumäärä – Number of pages 93 + 8
<p>Tiivistelmä – Referat – Abstract</p> <p>There is no comprehensive research data on matriculation examinations of biology. Research data is, however, needed, as evaluation (e.g. challenges and content of test assignments) guides how students learn and what they consider important. In addition, it is impossible to say if the test measures the central knowledge level of biology well. The aim of the study was to provide information on the challenges and contents of matriculation examination of biology and to provide, for the first time, comprehensive information on the factors affecting competence. The results of the study can be used to evaluate the impact of the new curriculum of upper secondary school and to support the development of the new electronic matriculation examination assignments. The research questions were: 1. How do the biology matriculation examination test assignments appear, when viewed in terms of task types, the core content and the levels of both knowledge and cognitive dimensions? 2. Are the types of tasks and knowledge and cognitive dimensions distributed equally between all core content? 3. Do the results vary a) in between the examinations, b) by the type of tasks, c) by the core contents or d) by the knowledge and cognitive dimensions? 4. Is the competence of a) a task type or b) knowledge or cognitive dimension levels, subject to the different types of core contents? and 5. How does gender explain the choice and competence of different tasks?</p> <p>The qualitative content analysis was used to identify the different aspects; the task types (selected response, brief constructed response or performance-based assessment), the knowledge dimensions (factual, conceptual or procedural knowledge) and the cognitive process dimensions (remember, understand, apply, analyze, evaluate or create). The content variation of matriculation exam was examined and classified using the biological core contents (From molecules to organisms: structures and processes, Ecosystems: interaction, energy and dynamics, Heredity: inheritance and variation of traits and Biological evolution: unity and diversity). The data comprised matriculation examinations of biology from spring 2011 to spring 2015 (9 exams, 108 tasks). Additionally, statistical analyses were used to examine how the test subjects (n = 28,777) succeeded in these different assignments and whether girls and boys were equally successful.</p> <p>The task type “selected response” was considered only in four (out of 108) tasks. All levels of knowledge dimensions were found but higher level cognitive processes “analyse” or “create” were not required; the main stress in the tasks was in the understanding of conceptual knowledge. Majority of the tasks dealt with the core content “From the molecules to the organisms”, i.e. the focus was on biological structures and processes. The analysis of scores showed that the total scores obtained were higher in the autumn than in the spring and the scores had been steadily declining. The achievement in the task was most influenced by the type of task and the required level of cognitive process. The interest and knowledge varied between different core contents. Biological evolution appeared to be the most interesting to students and had also scored the highest on that content. The girls mastered biology generally better but in the tasks which required applying the difference between the sexes was very narrow or non-existent. In addition, the boys mastered ecosystems related tasks which acquired applying better than girls.</p> <p>The study also showed other factors affecting student achievement, one of the most significant being the impact of the verbs used in the assignment or lack of them; If the assignment lacked a verb describing what the task requires (e.g. distinguish, subtract, describe), the candidates managed the task very poorly. Structural aspects of the task seem to have a great impact especially on the boys' level of knowledge. Future research should classify assignments, for example through assignment instruction guidance or visual interaction on knowledge.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Matriculation examination of Biology, assessment, Blooms' taxonomy, assessment approaches, core contents		
Ohjaaja tai ohjaajat –Handledare – Supervisor or supervisors Anna Uitto (HY – Faculty of Educational Sciences), Viivi Virtanen, Henna Asikainen		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsinki University: Department of Biosciences, Viikki Campus Library and E-thesis (ethesis.helsinki.fi)		

# Sisällys

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 ARVIOINTI .....</b>	<b>3</b>
2.1 ARVIOINNIN AIKA: MIKSI, MILLOIN JA MITEN.....	3
2.1.1 <i>Summatiivisen arvioinnin muodot</i> .....	4
2.1.2 <i>"Tuleeko tämä kokeeseen?" Arviointi opiskelua suuntaavana tekijänä</i> .....	6
2.2 ARVIOINNIN TAKSONOMIA .....	7
<b>3 BIOLOGIA LUKIOSSA.....</b>	<b>11</b>
3.1 LUKION OPETUSSUUNNITELMA 2003 .....	11
3.2 LUKION OPETUSSUUNNITELMA 2003: BIOLOGIA.....	12
3.2.1 <i>Pakolliset ja syventävät opinnot</i> .....	13
3.3 BIOLOGIAN OPETUKSEN HAASTEET .....	16
3.4 HAASTEISIIN VASTAAMINEN: OPETUKSEN YDINSISÄLLÖT .....	18
3.5 TASA-ARVO NÄKÖKULMA: TYTTÖJEN JA POIKIEN EROT OPPIMISTULOKSISSA .....	21
<b>4 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET .....</b>	<b>22</b>
<b>5 AINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>	<b>25</b>
5.1 TUTKIMUSKOHDEN JA AINEISTON .....	25
5.2 ANALYYSI .....	27
5.2.1 <i>Laadullinen analyysi</i> .....	28
5.2.2 <i>Tilastolliset analyysit</i> .....	32
<b>6 TUTKIMUSTULOKSET .....</b>	<b>34</b>
6.1 BIOLOGIAN YLIOPPILASKOKEIDEN TEHTÄVÄT .....	34
6.1.1 <i>Tehtävätyypit</i> .....	34
6.1.2 <i>Tehtävien ydinsisällöt</i> .....	38
6.1.3 <i>Tehtävien vaatimat tiedon- ja ajattelutaidon tasot</i> .....	43
6.1.4 <i>Tehtävätyyppien sekä tiedon- ja ajattelutaidon tasojen jakautuminen ydinsisältöalueisiin</i> .....	50
6.2 OSAAMINEN BIOLOGIAN YLIOPPILASKOKEISSA .....	52
6.2.1 <i>Yleinen osaaminen eri koekerroilla</i> .....	54
6.2.2 <i>Tehtävätyyppi osaamista selittävänä tekijänä</i> .....	55
6.2.3 <i>Ydinsisältöalueiden osaaminen</i> .....	55
6.2.4 <i>Tiedon- ja ajattelutaidon tasojen osaaminen</i> .....	56
6.3 YDINSISÄLTÖALUEIDEN EROT TEHTÄVÄTYYPPIEN SEKÄ TIEDON- JA AJATTELUTAIDON TASOJEN OSAAMISESSA .....	57
6.3.1 <i>Tehtävätyypit ydinsisältöalueiden osaamista selittävänä tekijänä</i> .....	57
6.3.2 <i>Tiedon- ja ajattelutaidon tasot ydinsisältöalueen osaamisen selittäjinä</i> .....	58
6.4 SUKUPUOLI SELITTÄVÄNÄ TEKIJÄNÄ .....	60
6.4.1 <i>Tehtävätyypeissä onnistuminen ja tehtävätyyppien suosio sukupuolten mukaan</i> .....	60
6.4.2 <i>Ydinsisältöalueiden suosio sukupuolten mukaan</i> .....	61
6.4.3 <i>Tiedon- ja ajattelutaidon tasojen valinta sukupuolten mukaan</i> .....	62
6.4.4 <i>Ydinsisältöalueiden erilaisten tehtävien osaaminen sukupuolten mukaan</i> .....	63
<b>7 TULOSTEN TARKASTELU .....</b>	<b>64</b>
7.1 KOETEHTÄVÄT VAIHTELEVAT SEKÄ SISÄLLÖN ETTÄ HAASTEIDEN NÄKÖKULMASTA .....	65
7.1.1 <i>Biologian ylioppilaskirjoituksissa painotetaan tuottamista</i> .....	65
7.1.2 <i>Ydinsisältöalueet vaihtelevat, mutta eivät esiinny yhtä runsaina</i> .....	67

7.1.3 Biologian ylioppilaskokeissa vaaditaan käsitetiedon ymmärtämistä .....	68
7.1.4 Ydinsisältöalueiden haasteissa on eroja .....	69
7.2 BIOLOGIAN YLIOPPILASKOKEIDEN OSAAMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT .....	70
7.2.1 Tehtävätyyppi selittää tehtävässä onnistumista ja tehtävän valintaa .....	71
7.2.2 Ydinsisältöalue selittää tehtävän valintaa ja siinä menestymistä .....	72
7.2.3 Ajattelutaidon tasot selittävät tiedon tasojen osaamista .....	73
7.2.4 Ydinsisältö vaikuttaa sekä tehtävätyypin- että tiedon- ja ajattelutaidon tasojen osaamiseen .....	76
7.3 SUKUPUOLTEN VÄLISET EROT KIINNOSTUKSEN KOHTEISSA SEKÄ OSAAMISESSA .....	77
7.3.1 Piilo-opetussuunnitelma sukupuolinormien toisintajana .....	80
<b>8 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS .....</b>	<b>81</b>
8.1 LAADULLINEN LUOKITTELU JA TULOSTEN VERTAILTAVUUS .....	81
8.2 TILASTOLLISET MENETELMÄT JA TUNNUSLUVUT .....	83
<b>9 TUTKIMUSTULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN ARVIOINNIN KEHITTÄMISESSÄ .....</b>	<b>84</b>
9.1 BIOLOGIAN ARVIOINTI UUDEN LUKION OPETUSSUUNNITELMAN SEKÄ TÄMÄN TUTKIMUKSEN VALOSSA .....	85
9.1.1 Sähköinen ylioppilaskoe summatiivisen arvioinnin mittarina .....	86
<b>10 KIITOKSET .....</b>	<b>89</b>
<b>KIRJALLISUUS .....</b>	<b>90</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>94</b>
LIITE 1 .....	94
LIITE 2 .....	95
LIITE 3 .....	96
LIITE 4 .....	97
LIITE 5 .....	98
LIITE 6 .....	99
LIITE 7 .....	100
LIITE 8 .....	101

## TAULUKOT

<b>Taulukko 1.</b> Arvioinnin perustana käytettävät tehtävätyypit-----	6
<b>Taulukko 2.</b> Uudistetun Bloomin taksonomian mukainen kaksikulotteinen tiedon- ja ajattelutaidon tason taulukko.-----	9
<b>Taulukko 3.</b> Biologian opetuksen tavoitteet -----	13
<b>Taulukko 4.</b> Kurssien sisällöt ja tavoitteet -----	15
<b>Taulukko 5.</b> Ydinsisältöjen kuvaus -----	20
<b>Taulukko 6.</b> Kokeisiin osallistuneiden kokelaiden määrä tutkintokerran ja sukupuolen mukaan. -----	27
<b>Taulukko 7.</b> Tehtävätyyppien luokittelurunko. -----	29
<b>Taulukko 8.</b> Tiedon tason luokittelurunko. -----	30
<b>Taulukko 9.</b> Ajattelutaidon tason luokittelurunko.-----	31
<b>Taulukko 10.</b> Ydinsisältöjen luokittelurunko. -----	32
<b>Taulukko 11.</b> Valintatehtävien yleinen piirre. -----	35
<b>Taulukko 12.</b> Valinta ja suppea tuotos –yhdistelmätehtävän yleinen piirre ----	36
<b>Taulukko 13.</b> Suppean tuotostehtävän yleisiä piirteitä sekä esimerkkitehtävä	37
<b>Taulukko 14.</b> Suoristuskeskeisen tehtävän yleisiä piirteitä sekä esimerkkitehtävä -----	37
<b>Taulukko 15.</b> Yhdistelmäluokkien ja kompetenssit-tehtävän kuvaukset sekä esimerkkitehtävät.-----	39
<b>Taulukko 16.</b> Molekyyleistä organismeihin ydinalueen esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä -----	40
<b>Taulukko 17.</b> Ekosysteemit ydinalueen esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä -	40
<b>Taulukko 18.</b> Perinnöllisyys ydinalueen esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä	41
<b>Taulukko 19.</b> Biologinen evoluutio -ydinsisällön esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä -----	42
<b>Taulukko 20.</b> Faktatietoa vaativien tehtävien esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä. -----	45
<b>Taulukko 21.</b> Käsitetietoa vaativien tehtävien esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä sekä käsite- ja menetelmätietoa yhdistävien tehtävien esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä -----	46
<b>Taulukko 22.</b> Menetelmätietoa vaativien tehtävien esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä -----	47
<b>Taulukko 23.</b> Alempia kognitiivisen osaamisen taitoja vaativien tehtävien esimerkkiaiheet, tyypillisiä piirteitä sekä esimerkkitehtävät. -----	48
<b>Taulukko 24.</b> Arviointitehtävien esimerkkiaiheet, tyypillisiä piirteitä sekä esimerkkitehtävä. -----	49
<b>Taulukko 25.</b> Koetehtävien määrät tiedon- ja ajattelutaidon tasoilla.-----	49
<b>Taulukko 26.</b> Tehtävätyyppien määrät ydinsisältöalueissa. -----	50
<b>Taulukko 27.</b> Kokeen kokonaispistemäärää selittävät tekijät sekä yksittäisten tehtävien pistemäärää selittävät tekijät yhdysvaikutuksineen-----	53
<b>Taulukko 28.</b> Tehtävätyyppien osaaminen keskiarvoina sekä suosio valintaprosentteina.-----	55
<b>Taulukko 29.</b> Ydinsisältöalueiden osaaminen keskiarvoina sekä suosio valintaprosentteina.-----	55
<b>Taulukko 30.</b> Tiedon ja ajattelutaitojen haasteiden osaaminen keskiarvoina sekä suosio valintaprosentteina.-----	57

<b>Taulukko 31.</b> Tehtävätyypin vaikutus tehtävän keskiarvoon ydinsisältöalueittain. ....	58
<b>Taulukko 32.</b> Tiedon- ja ajattelutaidon tasojen osaaminen keskiarvoina ydinsisältöalueiden mukaan jaettuna. ....	59
<b>Taulukko 33.</b> Sukupuolten erot tehtävätyyppien osaamisessa. ....	60
<b>Taulukko 34.</b> Tehtävätyyppien suosio valintaprocentteina sukupuolten välillä sekä sukupuolten välisten valintojen erojen tilastollinen merkitsevyys. ....	61
<b>Taulukko 35.</b> Ydinsisältöalueiden suosiot sukupuolittain valintaprocentteina--	61
<b>Taulukko 36.</b> Sukupuolten erot tiedon ja ajattelutaidon tasoiltaan vaihtelevien tehtävien valinnassa. ....	62
<b>Taulukko 37.</b> Ydinsisältöalueiden tiedon- ja ajattelutaidon tasojen osaamisen erot sukupuolten välillä. ....	64

## KUVIOT

<b>Kuvio 1.</b> Biologian ydinsisällöt Yhdysvaltojen kansallisen tutkimusneuvoston mukaan. ....	19
<b>Kuvio 2.</b> Kypsyyttä osoittavat ja suoritusta alentavat piirteet ylioppilaskokeiden vastauksissa ....	26
<b>Kuvio 3.</b> Tutkimuksen vaiheet.....	27
<b>Kuvio 4.</b> Tehtävätyyppien määrät eri tutkintokerroilla. ....	38
<b>Kuvio 5.</b> Kaikkien tutkittujen koetehtävien jakautuminen ydinsisältöihin. ....	42
<b>Kuvio 6.</b> Ydinsisältöalueiden jakautuminen tutkintokertojen välillä. . ....	43
<b>Kuvio 7.</b> Tehtävien määrät ydinsisältöalueiden tiedon tasojen mukaan. ....	51
<b>Kuvio 8.</b> Tehtävien määrä ydinsisältöalueiden ajattelutaidon tasojen mukaan.	51
<b>Kuvio 9.</b> Kokonaispistemäärien keskiarvon vaihtelu tutkintokertojen välillä.....	54
<b>Kuvio 10.</b> Sähköisen ylioppilaskokeen tehtävämoduulit. ....	87



# 1 Johdanto

Lukio-opetus antaa sekä yleissivistävän koulutuksen että vaikuttaa siihen, millaiset pohjatiedot opiskelijoilla on jatko-opintoja ajatellen. Opiskelijan keskeistä osaamista mitataan jokaisen oppiaineen osalta ylioppilaskokeella. Biologian ylioppilaskokeita on kuitenkin tutkittu hyvin vähän. Rostilan (2014) tekemä tutkimus on osoittanut biologian ylioppilaskokeiden mittaavan lähinnä käsitetiedon osaamista ja liittyvän eniten aihealueeseen ”geneettinen jatkuvuus ja lisääntyminen”. Laadullista tietoa koekysymyksistä tarvitaan enemmän, sillä tutkimustulosten niukkuuden johdosta on vaikeaa sanoa mittaako ylioppilaskoe keskeistä biologian osaamista hyvin.

Koetehtävien laadullista tutkimusta tarvitaan lisäksi siksi, että arviointi (esimerkiksi koetehtävien haasteet ja sisältö) ohjaa sitä, miten opiskelijat oppivat ja mitä opiskelijat pitävät tärkeänä (Lindblom-Ylänne & Nevgi 2002; Struyven ym. 2005; Brown ym. 2013). Karkeasti voidaan todeta, että sitä opetetaan ja opitaan mitä tullaan testaamaan. Jotta summatiivinen arviointi, esimerkiksi ylioppilaskokeet, olisi monipuolista ja todella testaisi tietojen ja taitojen hallintaa kokonaisvaltaisesti, tulee koetehtävien olla moniulotteisia (esim. Atjonen 2005).

Koetehtävien haasteita ja vaihtelevuutta voidaan määritellä erilaisin parametrein. Haasteita voidaan mitata uudistetun Bloomin taksonomian (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002) avulla, jolla määritellään tehtävän ratkaisemiseen vaadittavat tiedolliset ja kognitiiviset taidot. Haasteisiin vaikuttaa lisäksi tehtävätyyppi: ovatko tehtävät valintatehtäviä, vaaditaanko lyhyitä vastauksia vai edellytetäänkö opiskelijalta laajoja, esim. essee-tyylisiä vastauksia (McTighe & Ferrara 1998). Biologian laajan tieteenalan huomioiden on oleellista mitata myös tehtävien sisällön vaihtelevuutta eli biologisia ydinalueita: kuinka moni tehtävä käsittelee evoluutiota, perinnöllisyyttä, ekosysteemejä tai eliöitä (National Research Council 2012), sillä aiemmin on osoitettu tehtävien keskittyvän sisällöltään eniten genetiikkaa koskeviin aiheisiin (Rostila 2014).

Koetehtävien vaatimusten lisäksi tulee tutkia kuinka hyvin kokelaat todella osaavat vastata erilaisiin haasteisiin. Biologian osaamista kokeissa tulee tutkia sekä yleisesti että sukupuolten välisten erojen selvittämiseksi, sillä tyttöjen ja poikien välillä on todettu olevan eroa biologiasta kiinnostumisessa (esim. Uitto 2014) ja sitä kautta biologian osaamisessa niin yläkoulussa (esim. Kärnä ym. 2012) kuin lukiossakin (esim. Rajakorpi 2000). Varsinaista kokeissa onnistumista ja laadullisesti erilaisen tiedon hallintaa tulee tutkia opetuksen onnistumisen sekä sukupuolten tasa-arvon selvittämiseksi lukio-opetuksen osalta.

Koska summatiivista arviointia (päättöarviointia) voidaan hyödyntää esimerkiksi koulutusjärjestelmän, opetussuunnitelmien tai tutkinnon perusteiden kehittämisessä (Jakku-Sihvonen 2013), tulee summatiivisen arvioinnin, biologian ylioppilaskokeen, rakenne todella tuntea. Tutkimuksen ajankohta on otollinen, sillä juuri vaihtunut opetussuunnitelma (LOPS 2015) painottaa arviointia ja opiskelijan ajattelutaitojen kehittämistä. Koska arvioinnin tiedetään vaikuttavan opetukseen ja oppimiseen (Lindblom-Ylänne & Nevgi 2002; Struyven ym. 2005; Brown ym. 2013), tulee biologian ylioppilaskokeen vaatimukset sekä kokeissa menestyminen tuntea, jotta tarvittavat kehittämisen kohteet paljastuvat. Lisäksi sähköisen ylioppilaskokeen aika on juuri nyt käsillä, joten maaperä on otollinen tuottaa muutoksen koittaessa laadullisesti yhdenmukaisia ja kattavia, tutkimukseen pohjautuvia, ylioppilaskokeita.

Tässä tutkimuksessa analysoin kevään 2011 – kevään 2015 biologian ylioppilaskokeen koetehtävät tehtävätyypin (McTighe & Ferrara 1998), ydinsisältöjen (National Research Council 2012) esiintyvyyden sekä tiedon- ja ajattelutaidon (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002) vaatimuksen vaihtelevuuden mukaan (yhteensä 9 koetta, 108 tehtävää). Lisäksi selvitän Ylioppilastutkintolautakunnan valmiin aineiston avulla miten hyvin kokelaat todella ovat menestyneet kokeiden sisällöltään tai vaikeustasoltaan erilaisissa tehtävissä, onko tehtävien valinnassa eroa sisällön tai haasteiden mukaan sekä saavatko tytöt ja pojat yhtä hyviä tuloksia.

## 2 Arviointi

Tässä kappaleessa käsittelen arvioinnin muotoja ja arvioinnin taksonomiaa sekä tarkastelen arvioinnin vaikutusta opetukseen ja oppimistuloksiin. Arviointiin tutustuminen on välttämätöntä tutkimuksen taustalla olevan luokittelun sekä erilaisten arviointitapojen ja -muotojen vahvuuksien sekä heikkouksien ymmärtämiseksi.

### 2.1 Arvioinnin aika: miksi, milloin ja miten

Arviointia voidaan toteuttaa monella tavalla riippuen siitä, mitä arvioidaan ja mikä on arvioinnin tavoite. Kouluopetuksessa arviointi on perinteisesti ollut joko diagnostista (arvioi mitä osataan ennalta), formatiivista (arvioi oppimista) tai summatiivista (arvioi opittua) (McTighe & Ferrara 1998). Käyn seuraavassa läpi tarkemmin näitä eri arviointityyppejä:

**Diagnostinen arviointi** on toteavaa ja ennustavaa toimien työkaluna silloin, kun oppijan ennakko-osaamista ja toimintaedellytyksiä tulee arvioida. Esimerkiksi kurssin alussa ennakkokäsitysten selvittäminen ja osaamisen tason mittaaminen voidaan tehdä diagnostisella arvioinnilla, jolloin sillä pyritään selvittämään, millainen tieto- ja taitopohja oppijalla on taustalla ennen uuden opittavan asian harjoittelua. Diagnostisen arvioinnin välineenä toimivat esimerkiksi ennakotehtävät tai -kyselyt. (McTighe & Ferrara 1998.) Diagnostinen arviointi on luonteeltaan vahvasti opetuksen suunnittelua tukevaa (Atjonen 2007).

**Formatiivisen arvioinnin** tavoitteena on tukea, ohjata ja seurata opintokokonaisuuden aikana tapahtuvaa oppimista ja toimia palautteena sekä opettajalle että oppilaalle (Bell 2007). Arviointi auttaa opettajaa suuntaamaan ja muotoilemaan opetusta tarvittavalla tavalla sekä tukee oppimista ja ylläpitää motivaatiota jatkuvan palautteen avulla. Formattiivinen arviointi kehittää myös opiskelijan metakognitiivisia taitoja, koska opiskelija voi seurata omaa oppimistaan ja vaikuttaa siihen. Formattiivisen arvioinnin välineinä toimivat

esimerkiksi oppimispäiväkirjat, keskustelut, itsearviointi ja kotitehtävät (Aksela ym. 2012).

**Summatiivinen arviointi** tarkoittaa opiskellun asian päättöarviointia, joka voi olla kurssikohtainen, luokka-astekohtainen tai tutkintokohtainen arviointi (esim. McMillan 2008). Esimerkiksi ylioppilaskirjoituksissa arvioidaan summatiivisesti koko lukion oppimäärän osaamista oppiainekohtaisesti. Summatiivisella arvioinnilla arvioidaan myös oppimistuloksia opiskelijoiden välillä (vertailu toisiinsa nähden) sekä johonkin ennalta määrättyyn standardiin nähden, eli se on arvottavaa (Doran ym. 1994). Summatiivisen arvioinnin muotoja ovat esimerkiksi tutkinnot, näytöt, tentit sekä kansalliset ja kansainväliset kokeet (esim. PISA) (McMillan 2008; Aksela ym. 2012), ja sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi koulutusjärjestelmän, opetussuunnitelmien tai tutkinnon perusteiden kehittämisessä (Jakku-Sihvonen 2013).

### 2.1.1 Summatiivisen arvioinnin muodot

Ylioppilaskoe edustaa päättöarviointia eli summatiivista arviointia, jonka moniulotteisuutta voidaan tarkastella monella tapaa. Yksi tarkastelutapa kiinnittää huomion erilaisiin tehtävätyyppeihin, jotka voidaan McTighen ja Ferraran (1998) mukaan jakaa karkeasti kahteen pääluokkaan: **valinta-** ja **tuottamistehtäviin** (Taulukko 1). Valintatehtävässä opiskelijan tulee valita valmiiden annettujen vaihtoehtojen väliltä, kun taas suorituskeskeisissä tuottamistehtävissä opiskelijan tulee luoda vastauksen kaikki piirteet alusta asti itse.

**Valintatehtävät** ovat arvioinnissa yleisesti käytettyjä, sillä niillä voidaan kattavasti kysyä suurta määrää tietoa ja silti niiden korjaaminen on helppoa ja nopeaa: vastaus voi olla vain oikein tai väärin, eikä vastauksissa ole variaatioita vastaajien kesken (esim. McTighe & Ferrara 1998). Valintatehtäviin on myös nopeaa vastata, ja niiden on todettu jopa mahdollisesti vähentävän tenttijännitystä (Tikkanen 2010). Valintatehtävien huonoina puolina pidetään kuitenkin esimerkiksi huonoa vastaavuutta konkreettisten taitojen, luovuuden tai

kriittisen ajattelun mittaamiseksi sekä tehtävien irrallisuutta kokonaisuuksista. Lisäksi valintatehtäviin sisältyy aina arvaamisen mahdollisuus. Monipuolisten ja huolellisesti toteutettujen valintatehtävien tekeminen vaatii laatijalta huolellisen perehtymisen valintatehtävien laadintatapaan. (McTighe & Ferrara 1998.)

Tuottamistehtävät mittaavat laajasti vastaajan ymmärtämistä ja niillä voidaan mitata luotettavasti asioiden kokonaisvaltaista oppimista. Tuottamistehtävät jaetaan suppeaan tuottamistehtävään ja suorituseskeisiin tehtäviin. **Suppea tuottamistehtävä** on valintatehtävään verrattuna avoimempi, johon vastaajan tulee itse tuottaa vastaus. Tehtävätyyppinä suppeiden tuottamistehtävien etu on kokonaisvaltainen opitun aiheen arviointi (esimerkiksi käsitekartan tekeminen vaatii asiayhteyksien ymmärtämisen) sekä samalla arvaamisen mahdollisuus poistuu. (McTighe & Ferrara 1998.) Suppean tuottamistehtävän korjaaminen on myös nopeampaa (korjaajalla valmiit, lyhyet vastausmallit) kuin laajemman suorituseskeisen tehtävän arviointi (esim. Downing 2002; Plake 2005). Suppea tuottamistehtävä tuottaa kuitenkin valintatehtävään nähden laajemman kirjon vastauksia, jolloin arvioinnin perusteena on oltava tarkat kriteerit. Suppea tuottamistehtävä ei kuitenkaan pysty mittaamaan arvoja tai asenteita, ja mikäli samaa tehtävää käytetään usein, lisää se enemmän ulkoa opiskelua kuin asian syvällistä oppimista. (McTighe & Ferrara 1998.)

Tuottamistehtävistä **suorituseskeiset** arviointimuodot voidaan jakaa tuotoksiin, suorituksiin ja prosesseihin. Tuotokset ovat joko laajoja kirjallisia (esim. essee tai tutkimusraportti) tai monivaiheisia tehtäviä (esim. tiedeprojekti tai mallin rakentaminen). Suorituksia ovat toiminnalliset tehtävät, jossa oppija on aktiivinen toimija (kuten suullinen esitys tai demonstraation pitäminen) ja prosesseja ovat monivaiheiset kokonaisuudet (esim. oppimispäiväkirja). (McTighe & Ferrara 1998.) Suorituseskeisillä arvioinneilla voidaan pelkän faktatiedon oppimisen sijaan mitata laajoja oppisisältöjä, päätöksentekoa, kommunikaatiota ja yhteistyökykyä, jotka ovat elinikäisen oppimisen kannalta tärkeitä taitoja (esim. Virtanen ym. 2015). On kuitenkin hyvä huomioida, ettei esseetehtäviä ei voi olla työläytensä vuoksi montaa yhdessä kokeessa, jolloin suorituseskeiset tehtävät eivät sovi useiden kokonaisuuksien arviointiin (esim. Wakeford 2003). Suorituseskeisten tehtävien arviointi on lisäksi aikaa vievää

sekä vaativaa ja arvioinnin perustana on oltava tarkka kriteeristö, sillä suorituskeskeisissä tehtävissä ei ole olemassa yhtä oikeaa vastausta tai tapaa toimia (McTighe & Ferrara 1998; Downing 2002). Eri tehtävätyypit ja niiden sisällöt on kerätty Taulukkoon 1.

**Taulukko 1.** Arvioinnin perustana käytettävät tehtävätyypit (Muokattu, McTighe & Ferrara 1998)

TEHTÄVÄTYYPIT				
VALINTA-TEHTÄVÄ	TUOTTAMISTEHTÄVÄ			
Monivalinta Oikein-väärin Yhdistäminen Paranneltu monivalinta (esim. useita oikeita vaihtoehtoja)	Suppea tuottamistehtävä	Suorituskeskeinen arviointi		
		<i>Tuotos</i>	<i>Suoritus</i>	<i>Prosessi</i>
	Aukkotehtävä Lyhyt vastaus Nimeäminen Visuaalinen tuotos (esim. käsitekartta, kuvaaja)	Essee Tutkimusraportti Tiedeprojekti Portfolio Laboratorioselostus Mallin rakentaminen	Suullinen esitys Laboratorio-demonstraatio Oppitunnin pitäminen itse Väittely	Havainnointi Prosessikuvaus Oppimispäiväkirja Haastattelu

### 2.1.2 ”Tuleeko tämä kokeeseen?” Arviointi opiskelua suuntaavana tekijänä

Arviointitavat toimivat oppimisen liikkeelle panevana voimana, sillä se miten opiskelijat olettavat, että heitä arvioidaan, ohjaa sitä, mitä ja miten opiskelijat opiskelevat. Lisäksi arvioitavat asiat muodostavat opiskelijoille kuvan siitä, mikä asiakokonaisuudessa on tärkeää. (Brown ym. 2013.) Opiskelijan itselleen asettamat tavoitteet sekä opiskelustrategiat nousevat arviointitapojen- ja kriteerien, eivät opetussuunnitelman tavoitteiden, pohjalta (Lindblom-Ylänne & Nevgi 2002; Struyven ym. 2005). Arviointitapa ja -kriteerit vaikuttavat siis suoraan siihen, millaisia oppimistuloksia tullaan saavuttamaan.

Koska arviointi vaikuttaa siihen, mitä ja miten opiskellaan, vaikuttaa se myös siihen, millaisin tiedoin ja taidoin jatko-opiskelupaikkojen porteille saavutaan. Merkittävä vaikutus on siksi varsinkin päättöarvioinnin kriteereillä, joiden tulee kuvata monipuolisesti ja luotettavasti opitun osaamista, eli sitä, mitä koulussa lopulta opitaan (Ouakrim-Soivio 2013). Päättöarvioinnin kriteereihin onkin siis hyvä kiinnittää erityistä huomiota.

Opiskelijoiden osallisuutta voidaan parantaa formatiivisella arvioinnilla, jossa opiskelijalla on mahdollisuus saada palautetta oman oppimisensa edistymisestä, mutta tämän lisäksi oppimisen motivaatiota tulisi kasvattaa antamalla opiskelijoille mahdollisuus vaikuttaa niin omaan oppimiseensa kuin arviointiinkin. Kun opiskelijat ovat mukana arvioinnin suunnittelussa, ymmärtävät he paremmin mitä arvioidaan ja motivoituvat paremmin oppimaan. (McTighe & Ferrara 1998; Virtanen ym. 2015.) Opiskelijoiden mukaan ottaminen arvioinnin suunnitteluun sekä varsinaiseen arviointiin (esim. vertais- ja itsearviointi) tukee paremmin elinikäistä oppimista. Elinikäisen oppimisen tulisi olla merkittävämpää kuin yksittäisen asiasisällön osaaminen, sillä alati muuttuvassa, pätkätöiden luonnehtimassa maailmassa uuden oppiminen ja kehityksessä mukana pysyminen ovat avainasemassa. Arviointi on kuitenkin niin perinteistä, että sen kulttuurinen muutos vie aikansa ennen muutoksen laajamittaista toteutumista. (Virtanen ym. 2015.)

## **2.2 Arvioinnin taksonomia**

Kuinka sitten opetuksen onnistumista, sekä toisaalta myös opetuksen tasoa, voidaan arvioida? Tähän kysymykseen on haettu vastausta opetuksen tieteellistyessä jo yli puoli vuosisataa sitten, jolloin Bloom esitti opetuksen arviointia ja kehittämistä varten alkuperäisen Bloomin taksonomian, jonka avulla määritetään kuinka haastava kognitiivinen taso opetuksessa tai arvioinnissa pyritään saavuttamaan. Taksonomia jakautuu kuuteen kognitiivista tasoa vastaavaan luokkaan: 1) tieto (knowledge), 2) ymmärrys (comprehension), 3) sovellus (application), 4) analysointi (analysis), 5) synteesi (synthesis) ja 6) arviointi (evaluation). Luokkien vaikeustaso kasvaa ylöspäin niin, että alemmalta tasolta ylöspäin liikuttaessa kognitiivinen vaatimus kasvaa yksinkertaisesta monimutkaiseen ja käytännöllisestä abstraktiin. Luokat (paitsi ”sovellus”) on jaettu lisäksi alakategorioihin, joista luokka 1) tieto on jaettu yhdeksään pienempään osaan. (Bloom ym. 1956.) Krathwohlin (2002) mukaan tärkein Bloomin taksonomian avulla saatu tutkimustulos on osoittanut suurimman osan opintojaksojen sekä koetehtävien haasteiden jäävän vain alimpien (tieto ja ymmärrys) luokkien tasolle. Opetuksen tutkimus on luonut

mahdollisuuksia kehittää opetusta niin, että haastavampia osaamisen tasoja hyödynnetään ja niiden oppimiseen pyritään tietoisesti.

Alkuperäinen Bloomin taksonomia oli itsessään yksiulotteinen mitaten ainoastaan oppimista kognitiivisella tasolla ja se tuotti hankaluuksia luokittelussa. Esimerkiksi tieto-luokka jakautuu koskemaan sekä tietoa terminologiasta ja faktoista, tietoon keinoista ja tavoista (esimerkiksi metodologia) sekä tietoon yleistyksistä, teorioista ja rakenteista. Koska oppimiseen ja opettamiseen liittyy aina sekä tiedon taso (substantiivi, mitä asiaa halutaan oppia: esimerkiksi verenkierrosta faktat, siihen liittyvät käsitteet ja kuinka sitä voidaan tutkia) että ajattelutaidon taso (verbi, millaista ajattelutaidon tasoa vaaditaan: esimerkiksi muistaa, osaa soveltaa, osaa analysoida), oli alkuperäistä, yksiulotteista, Bloomin taksonomiaa hankala käyttää. (Krathwohl 2002.) Hankaluus syntyi varsinkin tieto-luokan opeteltavan asian substantiivin (eli tiedon tason) että verbin (eli ajattelutaidon tason) yhdistymisestä samaan luokkaan. Anderson ym. (2001) ja Krathwohl (2002) uudistivat taksonomiaa ja siitä luotiin kaksiulotteinen lisäämällä omat asteikot ajattelutaitojen sekä tiedon tasoille. Uudistettu taksonomiataulukko muodostaa kaksiulotteisen järjestelmän, jossa vaaka- ja pystyrivien muodostama leikkauskohta määrittää millaisesta tiedosta on kyse ja kuinka haastavasti tietoa vaaditaan käytettävän (Taulukko 2). (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002.) Taulukkoa voidaan käyttää apuna esimerkiksi opetuksen tavoitteiden laatimisessa (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002), tai kuten tässä työssä, koekysymysten luokittelussa. Bloomin taksonomiaa on käytetty paljon ja sen avulla saadut tulokset ovat hyvin vertailukelpoisia. Uudistetun Bloomin taksonomian avulla on luokiteltu aikaisemmin esimerkiksi kemian (Tikkanen 2010; Tähtinen 2011; Vilhunen 2012), biologian (Rostila 2014) sekä uskonnon (Vitikainen 2014) ylioppilaskokeiden tehtäviä.



**Taulukko 2.** Uudistetun Bloomin taksonomian mukainen kaksiulotteinen tiedon- ja ajattelutaidon tason taulukko.

		Ajattelutaidon taso					
		Muistaa	Ymmärtää	Soveltaa	Analysoida	Arvioida	Luoda
Tiedon taso	Faktatieto						
	Käsitetieto						
	Menetelmätieto						
	Metakognitiivinen tieto						

Uudistetussa Bloomin taksonomiassa tiedon tasot jaetaan faktatietoon, käsitetietoon, menetelmätietoon ja metakognitiiviseen tietoon. **Faktatieto** ja **käsitetieto** ovat hyvin lähellä toisiaan, mutta niin, että faktatieto koostuu yksittäisen osan (faktan) osaamisesta, terminologiasta tai yksityiskohdista, kun käsitetieto vaatii jo syvemmän ymmärryksen periaatteesta, mallista tai jonkin yleistyksestä. (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002.) Faktatiedon hallintaa tarvitaan käsitetiedon oppimiseen (esim. Anderson ym. 2001), biologisena esimerkkinä mainittakoon soluelimien nimeäminen faktatietona ja soluelimien tehtävät solussa käsitetietona. Lukion opetussuunnitelman ensimmäinen tavoite mainitsee käsitetiedon (LOPS 2003: 130):

”hallitsee biologian keskeiset käsitteet”

**Menetelmätieto** tarkoittaa oppiaineelle tyypillisten työtapojen ja tutkimusmenetelmien tuntemista ja soveltamista erilaisiin tilanteisiin (Anderson ym. 2001), esimerkiksi koejärjestelyn suunnitteleminen ja tutkimustulosten tulkinta. Menetelmätietoa vaaditaan lukion biologian opetussuunnitelmassa (LOPS 2003: 130), jossa yhtenä tavoitteena on

”osaa suunnitella ja toteuttaa yksinkertaisen biologisen kokeen sekä tulkita sen tuloksia”

**Metakognitiivinen tieto** on tietoa oppijasta itsestään hänelle itselleen. Metakognitiivinen tieto sisältää erilaisten oppimistapojen opettelua, esimerkiksi erilaisten muistisääntöjen tekemistä ja tiedon järjestämistä. Tällainen tieto on myös sitä tarvittavaa itsetietoisuutta, jonka avulla opiskelija valitsee itselleen sopivimmat tehtävät ja ymmärtää tehtävien vaativuusasteet. Lisäksi samaan

luokkaan kuuluu oppimisen kannalta tärkeä itsetuntemus: motivaatio, arvot, kiinnostus, tavoitteet sekä omien vahvuuksien ja heikkouksien tunnistaminen. (Krathwohl 2002.)

Ajattelutaidon tasojen luokat on jaettu alempiin kategorioihin, joiden tarkasteluun tuon esimerkit biologiaan soveltaen. Kaikki ajattelutaidon tasot alaluokkineen ovat Krathwohlin (2002) esittämiä, joihin olen sovittanut esimerkit biologiaan soveltuen. **Muistaminen** jaetaan luokkiin tunnistaminen ja mieleen palauttaminen, joista esimerkkinä biologiassa toimivat eliöiden tunnistaminen tai solun osan nimeäminen. **Ymmärtäminen** viittaa suuremman merkityksen ymmärtämiseen, ja se jaetaan kategorioihin tulkitseminen, esimerkin antaminen, luokittelu, referointi, päättely, vertaaminen ja perusteleminen. Biologiseksi esimerkiksi sopii talvihorroksen ja talviunen yhtäläisyyksien ja erojen vertaaminen. **Soveltaminen** jaetaan kategorioihin menetelmän toteuttaminen ja menetelmän käyttäminen. Toteuttamisella tarkoitetaan tutun menetelmän toteuttamista tutussa tilanteessa ja käyttämisellä tutun menetelmän soveltamista uuteen tilanteeseen. Esimerkiksi tehtävänä voitaisiin pyytää valitsemaan menetelmä, jolla tutkitaan metsän happamuutta. **Analysoida**-luokka sisältää kategoriat erotteleminen, organisoiminen ja piilomerkitseksen havaitseminen. Analysointi käsittää tehtävässä käytettävän aineiston keskinäisten suhteiden määrittämistä sekä osien suhdetta kokonaisuuteen. Organisointi tarkoittaa esimerkiksi tutkimusraportin laatimista, joka on biologiassa tyypillinen tuotos. **Arvioiminen** jaetaan tarkistamiseen ja arvosteleamiseen, jossa tarkistaminen edellyttää opiskelijalta esimerkiksi tutkimustuloksen totuudenmukaisuuden arviointia tai käytettyjen metodien hyvien ja huonojen puolien arviointia. **Luominen** merkitsee jonkin uuden kokonaisuuden rakentamista, joko annetuista osista tai kokonaan itse kehittäen. Luokka jaetaan kategorioihin kehittäminen, suunnitteleminen ja tuottaminen. Luominen vaatii aina enemmän kuin vain asioiden muistamista, luomisessa opiskelijan tulee osata yhdistellä tietoja ja tehdä niistä uusia tuotoksia. Biologiassa esimerkiksi täysin uudenlaisen koejärjestelyn suunnitteleminen kuuluu luokkaan luoda.

Krathwohlin (2002) mukaan ajattelun tasot jaetaan kuuteen luokkaan, joista kolme ensimmäistä (muistaa, ymmärtää, soveltaa) kuuluvat alemman kognitiivisen osaamisen taitoihin ja kolme jälkimmäistä (analysoida, arvioida, luoda) korkeamman kognitiivisen osaamisen taitoihin. Ajattelutaidon tasot ovat kumulatiivisia, eli esimerkiksi analysoinnin taito voidaan oppia vasta kun asiaan liittyvät asiat muistaa, ymmärtää ja osaa soveltaa.

### **3 Biologia lukiossa**

Tässä kappaleessa johdetaan lukijan suomalaisen lukion opetussuunnitelmaan sekä opetussuunnitelman tavoitteisiin biologian osalta. Lisäksi käsittelen kappaleessa biologian opetuksen ydinsisältöjä sekä toisaalta biologian opetuksen haasteita. Ydinsisältöjen esiintyvyys koekysymyksissä on yksi tutkittavista aiheista. Lopussa tarkastelen poikien ja tyttöjen eroja biologian osaamisessa.

#### **3.1 Lukion Opetussuunnitelma 2003**

Lukion opetussuunnitelma (lyhennetään LOPS) on järjestelmä, jonka osia ovat lukiolaki- ja asetus, valtioneuvoston asetus yleisistä valtakunnallisista tavoitteista ja tuntijaosta (kuinka monta tuntia mitäkin oppiainetta opetetaan), Opetushallituksen määräys lukion opetussuunnitelman perusteista, koulutuksen järjestäjän hyväksymä opetussuunnitelma sekä lukioasetuksen 3 §:n mukainen vuosittainen suunnitelma. Opetussuunnitelman perusteissa päätetään lukion opetus- ja kasvatustyöstä, joka tarkastetaan ja uusitaan aina kymmenen vuoden välein, ja sen pohjalta jokainen lukio laatii suunnitelman koko vuoden opetuksen järjestämisestä käytännön tasolla. Lukion opetussuunnitelmassa esitellään kaikki lukion opetettavat aineet yleisten tavoitteiden ja arvioinnin osalta sekä jokaisen aineen kurssin osalta. Lisäksi jokaisen opetettavan aineen osalta on listattu sekä pakollisten että syventävien kurssien määrä ja sisältö. (LOPS 2003.)

Suomessa lukio-opetuksen sisällöstä vastaa aina viime kädessä kunkin aineen opettaja. Opetussuunnitelmassa listataan jokaiselle opetettavalle aineelle tavoitteet ja keskeiset sisällöt, mutta opetettava sisältö sekä opetustapa ovat vapaasti opettajan valittavana. Käytännössä tämä järjestelmä takaa kaikille samat perusteet opetukseen, mutta opetus itsessään vaihtelee opettajan mukaan.

### **3.2 Lukion opetussuunnitelma 2003: biologia**

Biologia on luonnontieteellinen oppiaine, jossa tutkitaan elollisen luonnon rakennetta, toimintaa ja vuorovaikutussuhteita aina molekyyli- ja solutasolta biosfääriin, ja jolle on ominaista havainnollistamiseen ja kokeellisuuteen liittyvä tiedonhankinta. Opetuksen tavoitteena on saada opiskelijat ymmärtämään eliömaailman rakenne ja kehitys, ihminen osaksi tätä rakennetta ja ihmisen toiminnan vaikutukset ympäristöön. Opetuksessa luodaan myös perusta ihmiskunnan, eliökunnan ja elinympäristöjen hyvinvointiin liittyvistä biotieteiden mahdollisuuksista. Opetuksen tulee lisäksi kehittää luonnontieteellistä ajattelua, kiinnostusta biotieteisiin sekä edistää ympäristövastuullista sekä monimuotoisuutta suojelevaa käyttäytymistä. Taulukossa 3 ovat opetussuunnitelmaan listatut kaikkea biologian opetusta tavoitteet. (LOPS 2003.) Tavoitteista on tummennettu ne sanat, jotka viittaavat uudistetun Bloomin taksonomian mukaisiin tiedon- ja ajattelutaidon tasoihin (Arvioinnin taksonomia 2.2).

**Taulukko 3.** *Biologian opetuksen tavoitteet (muokattu LOPS 2003). Tummennettuina sanat, jotka viittaavat uudistetun Bloomin taksonomian mukaisiin tiedon- ja ajattelutaidon tasoihin.*

#### **BIOLOGIAN OPETUKSEN YLEISET TAVOITTEET**

- **hallitsee** biologian keskeiset **käsitteet**
- **tunnistaa** elämän tuntomerkit ja **osaa jäsentää** elämän **ilmiöt** sekä biologian eri organisaatiotasot molekyylitasolta biosfääriin
- **oppii arvostamaan** eliökunnan monimuotoisuutta ja **ymmärtämään** eliöiden sopeutumisen erilaisiin ympäristöihin
- **ymmärtää** perimän ja evoluution **merkityksen** eliökunnan kehittämisessä
- **perehtyy** biologisen tiedonhankinnan ja tutkimuksen **menetelmiin** sekä **osaa arvioida** kriittisesti eri lähteistä saamaansa biologista **tietoa**
- **osaa suunnitella** ja **toteuttaa** yksinkertaisen biologisen **kokeen** sekä **tulkita** sen tuloksia
- **tuntee** biotieteiden, esimerkiksi bioteknologian ja lääketieteen **sovelluksia**
- **tuntee** ihmiselimistön toiminnan **peruspiirteet**
- **ymmärtää** perimän ja ympäristötekijöiden **merkityksen** terveyden taustana sekä yksilön että ihmiskunnan kannalta
- **tiedostaa** kestäväen kehityksen **välttämättömyyden** ja **ymmärtää** oman **vastuunsa** ekosysteemien tulevaisuudesta.

#### **3.2.1 Pakolliset ja syventävät opinnot**

Biologian opetuksessa vuoden 2003 opetussuunnitelmassa pakollisia, kaikille yhteisiä kursseja on kaksi (eliömaailma sekä solu- ja perinnöllisyys) ja syventäviä kursseja kolme (ympäristöekologia, ihmisen biologia sekä bioteknologia). Näiden kurssien sisällöt ja tavoitteet on lueteltu opetussuunnitelman perusteissa yleisten biologian tavoitteiden lisäksi. Pakollisten ja syventävien kurssien lisäksi lukiot voivat järjestää omia valinnaisia kursseja tai kertauskursseja, joiden sisältöä tai tavoitteita ei ole määrätty yleisessä opetussuunnitelmassa (LOPS 2003). Yleisen opetussuunnitelman ulkopuolisten valinnaiskurssien sisältöjä ei kysytä ylioppilaskokeessa.

Kurssien sisältöalueet sekä tavoitteet (Taulukko 4) osoittavat kaikille pakollisten kurssien (BI1 – BI2) sisällön painottavan hyvään biologiseen yleissivistykseen. Keskeisissä sisällöissä esiintyy biologian perusteita (esim. miten luoto toimii?, periytymisen perusteet) ja tavoitteissa painottuvat tuntee, tietää ja osaa (ajattelutaidoltaan alemman luokan vaatimuksia). Valinnaiset kurssit sen sijaan keskittyvät pääasiassa yksittäiseen biologiseen aihealueeseen syventäen peruskurssien tietoja. Esimerkiksi pakollisella Solu- ja perinnöllisyys -kurssilla opetellaan periytymisen perusteet ja syventävällä Bioteknologia-kurssilla tarkastellaan genetiikkaa ja perinnöllisyyttä huomattavasti syvemmin. Tämä näkyy sisältöalueiden lisäksi kurssien tavoitteissa, joista on tummennettu korkeampaan ajattelutaitoon liittyvät tavoitteet (Taulukko 4). Kaikki tummennetut tavoitteet kuuluvat syventäviin kursseihin. Liitteessä 1 on vuoden 2003 opetussuunnitelman pakollisten ja syventävien kurssien tavoitteet kokonaisuudessaan.

**Taulukko 4.** Kurssien sisällöt ja tavoitteet (muokattu LOPS 2003). Tavoitteista on tummennettu taksonomian mukaiset ajattelutaidon tasoa kuvaavat verbit.

KURSSIN NIMI	KESKEISET SISÄLLÖT	TAVOITTEET
1. Eliömaailma (BI1)	Biologia tieteenä Luonnon monimuotoisuuden ilmeneminen Evoluutio – elämän kehittyminen Miten luonto toimii?	<ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee, tietää miten tutkitaan</li> <li>osaa jäsentää, tulkita</li> </ul>
2. Solu ja perinnöllisyys (BI2)	Solu elämän perusyksikkönä Solun energiatalous Solujen toiminnan ohjaaminen Solujen lisääntyminen Periytymisen perusteet Populaatiogenetiikka ja synteettinen evoluutioteoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>ymmärtää, tunnistaa</li> <li>osaa, osaa kytkeä</li> <li>hallitsee</li> <li>tuntee</li> <li>tietää</li> <li>tietää kuinka tutkitaan, hallitsee taitoja</li> </ul>
3. Ympäristöekologia (BI3)	Ekologinen tutkimus Biodiversiteetti ja sen merkitys Ekologiset ympäristöongelmat, niiden syyt ja ratkaisumahdollisuudet Suomen luonnon haavoittuvuus Kestävä tulevaisuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>osaa, ymmärtää</li> <li>hahmottaa</li> <li>tutustuu, perehtyy</li> <li>tuntee ja <b>osaa arvioida</b> menetelmiä</li> <li>osaa suunnitella ja toteuttaa</li> <li>kehittää, osaa toimia</li> </ul>
4. Ihmisen biologia (BI4)	Ihmisen solujen ja kudosten erityispiirteet Elimistöjen rakenne, toiminta ja merkitys Elintoimintojen säätely Ihmisen elämänkaari ja yhteisöllisyys Perimän merkitys Elimistön sopeutuminen ja puolustusmekanismit	<ul style="list-style-type: none"> <li>osaa</li> <li>ymmärtää</li> <li>pystyy selittämään, tuntee</li> <li>pystyy tarkastelemaan, <b>arvioimaan kriittisesti.</b></li> </ul>
5. Bioteknologia (BI5)	Solun hienorakenne ja solujen välinen viestintä Solut proteiinien valmistajina Geenien toiminta Geeniteknologia ja sen mahdollisuudet Mikrobit ja niiden merkitys Biotekniikka teollisuudessa Kasvien ja eläinten jalostus Geenitekniiikan etiikka ja lainsäädäntö	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>syventää</b> tietojaan</li> <li>ymmärtää</li> <li>hallitsee</li> <li>tuntee</li> <li>tuntee menetelmiä</li> <li>pystyy <b>arvioimaan</b> sekä tekemään ratkaisuja</li> </ul>

### 3.3 Biologian opetuksen haasteet

Biologia kehittyä edelleen huimaa vauhtia tuoden lisää tietoa elollisesta maailmasta ja sen periaatteista niin suurissa kuin pienissäkin mittakaavoissa (esim. Goldenfield & Woese 2007). Brownell ym. (2014) huomauttavat biologian tieteenhaarojen tutkimusten tuottavan jatkuvasti lisää eriyttävää biotieteellistä termistöä, joka luo paineen opetukseen alemmille koulutusasteille. Koska biologisen tiedon luonne on sisäkkäinen, jossa jokainen kokonaisuus kuuluu ja vaikuttaa toisiin biologisiin kokonaisuuksiin (esim. Mayr 1997; Eloranta ym. 2005; Uitto 2012), opittavana on monia käsitejärjestelmiä, joiden toiminnan periaatteet, niiden liittyminen toisiin rakenteisiin ja lopulta koko ympäristöön, ovat haasteellisia. Opiskelijan tulisi esimerkiksi ymmärtää elämän synty evolutiivisessa mittakaavassa, minkälaisia ovat elämän tunnusmerkit, miten elävät eliöt kehittyvät ja ovat vuorovaikutuksessa itsensä sekä ympäristönsä kanssa, ja miten taas muutokset ympäristössä vaikuttavat eliöön ja sen toimintaan. Tässä ketjussa opiskelijan tulee ymmärtää evoluutioteoriaa, perinnöllisyyttä, solujen ja kudosten toimintaa, säätelyä ja tasapainoa, organismien vuorovaikutusta toisiinsa sekä elottoman maailman vaikutuksia elollisiin eliöihin. Lisäksi opiskelijan tulee oppia ihmistoiminnan vaikutukset sekä vastuu toimijana. (LOPS 2003.) On ymmärrettävää, että opetuksen haasteena on saada integroitua opiskellut asiat aina isompaan kokonaisuuteen, jotta opiskellut aiheet eivät jää irrallisiksi, vaan opiskelija oppii saamaan kokonaisen kuvan elollisen maailman sisäkkäisestä kudelmasta (Uitto 2012). Esimerkiksi Koba ja Tweed (2009) huomasivat opiskelijoiden käsitteiden irrallisuuden toisiinsa nähden; yksittäiset käsitteet voidaan osata sujuvasti, mutta niiden yhteyttä toisiinsa ei hahmoteta.

Biologian opettaminen ja oppiminen on koettu hankalaksi lisääntyneen käsitteistön ja yhä abstraktimpaan suuntaan kulkevan tiedon tullessa osaksi biologiaa tieteessä ja kouluopetuksessa (esim. Bahar ym. 1999). Esimerkiksi Kervinen (2015) osoitti pro gradu -tutkielmassaan fotosynteesin virhekesityksistä, että peruskoulun ja lukion tavoitteet fotosynteesin ymmärtämisestä eivät täyty edes monen biologian yliopistotasolla opiskelevan



kohdalla. Opetuksen haasteena on lisäksi pidetty luonnontieteellisen tiedon soveltamista opiskelijoiden omiin arkikokemuksiin eli siihen, miten opiskeltuja asioita opittaisiin soveltamaan käytännössä (esim. Aksela ym. 2012).

Kouluissa suurin yksittäinen muutos biologian opetuksessa viime vuosikymmeninä on lienee ollut genetiikan lisääminen opetussuunnitelmaan, jolloin biologian oppiaineeseen syntyi suuri määrä lisää käsitteistöä. Genetiikan opetuksen onnistumiseen onkin kiinnitetty huomiota (esim. Avelo 2013), sillä genetiikan tietämys tieteellisellä puolella kasvaa nopeasti, eikä opetus pysy tieteen saavutusten perässä. Myös genetiikan oppimisessa on osoitettu olevan vaikeuksia. Avelon (2013) tutkimuksessa todettiin, että esimerkiksi periytyvyyttä opetetaan useimmin jo vanhentuneen mendelistisen mallin avulla, ja opiskelijoilla on useita genetiikkaan liittyviä virhekesityksiä.

Uutta biologista tietoa tulee runsaasti esimerkiksi geenitutkimusten ansiosta (Goldenfield & Woese 2007). Lisäksi uutta ekologista tietoa käytetään ja tuotetaan muun muassa kestävä kehityksen saralla. Kuitenkaan biologiaan oppiaineena ei ehditä, eikä jo olemassa olevan laajuuden kannalta koskaan pystytäkään, sisällyttämään kaikkea uutta käsitteistöä ja tietoa. Biologian opetuksessa joudutaan edelleen puntaroimaan mitkä biologian alan tiedoista ja saavutuksista ovat kaikkein tärkeimpiä ja mitkä aiheet ovat sellaisia, että niiden tulee olla opetuksessa mukana (esim. Kinchin 2010). Biologian opetuksessa käytettävä oppimateriaalit ja sisällöt voivat olla vanhentuneita. Opetussuunnitelmat heijastavat lisäksi aina omaa aikaansa ja oman aikakautensa arvoja. Huomionarvoista on myös opetussuunnitelmaan kirjoitetun ja lopullisesti toteutuneen opetussuunnitelman ristiriita. Kirjoitettu opetussuunnitelma on virallinen asiakirja, joka ohjaa opetusta, mutta opetussuunnitelman mukainen opetus ja oppiminen tapahtuvat kouluarjessa, jossa monet opetussuunnitelman ulkopuoliset seikat vaikuttavat oppimiseen. (Antikainen ym. 2006.)

Runsaan käsitteistön lisäksi biologian tulee kehittää luonnontieteellistä ajattelua, luonnon monimuotoisuuden arvostusta ja sen tulee lisäksi olla myös kokeellinen oppiaine (LOPS 2003; opiskelija osaa esimerkiksi tutkia erilaisia

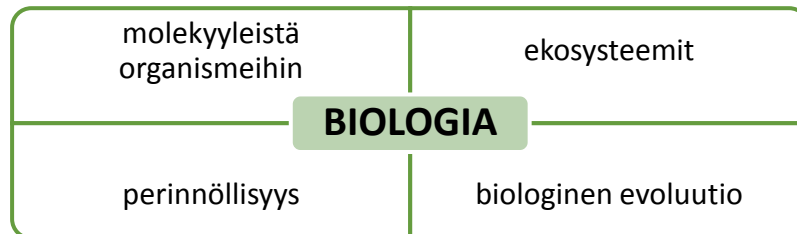
soluja, tehdä itse pienimuotoisen ekologisen tutkimuksen ja tulkita sen tuloksia). Tämä vaatii opetettavan asiasisällön lisäksi menetelmien ja toimintatapojen opiskelua sekä arvojen ja asenteiden huomioimista opetustyössä (Uitto ym. 2013).

### **3.4 Haasteisiin vastaaminen: opetuksen ydinsisällöt**

Kouluopetus jaetaan kursseihin, joiden sisältöön ja tavoitteisiin vaikuttaa opetussuunnitelma. Kuitenkin biologia voidaan jakaa monella muullakin tavalla, esimerkiksi tutkimussuuntausten mukaan (kasvitiede, fysiologia, perinnöllisyystiede, jne.). Jaetaanpa biologia miten hyvänsä, voidaan siitä erottaa biologialle tyypilliset pääteemat eli ydinsisällöt. Ydinsisältöjen tarkoituksena on luoda opetettavasta aineesta yhteneväinen kudelma, joka auttaa yhdistämään sisältöjä isoihin kokonaisuuksiin. Tämä ydinsisältöajattelu on Yhdysvaltojen kansallisen tutkimusneuvoston (National Research Council 1996) koostama malli, jossa erotetaan luonnontieteiden alojen peruskysymykset kokonaisvaltaisen opetuksen tueksi.

Ydinsisältöjen kehittämisestä asti niiden toimivuutta kouluopetuksessa on tarkistettu ja uudistettu, esimerkiksi Yhdysvaltojen kansallisen tutkimusneuvoston vanhemmassa (National Research Council 1996) ydinsisältömallissa oli kuusi luokkaa, mutta uudemmassa (National Research Council 2012) ydinsisältömallissa luokkia on neljä (Kuvio 1). Tämän uuden jaon on katsottu olevan hyvin linjassa myös esim. Pisa-tutkimuksen kanssa (National Research Council 2012). Uusi jako on opetuksen kokonaiskuvan antamisen kannalta parempi, sillä vanhemmat jaot biologian alalta ovat korostaneet biologian tutkimussuuntausten (esimerkiksi fysiologia, ekologia, kasvibiologia, perinnöllisyys) eriytymistä, kun taas neljän luokan jaossa korostetaan biologisen tiedon integraatiota kaikkeen biologian alaan liittyen. Tähän suuntaan on liikuttu myös biologian tutkimuksen alalla, jossa biologian poikkileikkaavat eksplisiittiset ydinkysymykset on pyritty selventämään ja näin kehittämään biologian tulevaisuuden tutkimusta (National Research Council 2008).

Uusimman mallin neljä pääluokkaa ovat: 1) Molekyyleistä organismeihin: rakenteet ja niiden toiminta, 2) Ekosysteemit: vuorovaikutus, energia ja dynamiikka, 3) Perinnöllisyys: perimä ja muuntelu ja 4) Biologinen evoluutio: yhteinen alkuperä ja monimuotoisuus (Kuvio 1). (National Research Council 2012).



**Kuvio 1.** Biologian ydinsisällöt Yhdysvaltojen kansallisen tutkimusneuvoston (2012) mukaan.

Ydinsisällöt eivät kerro aihealueiden vaikeudesta, vaan niiden avulla on helpompi jäsentää biologia kokonaisuudeksi. Ydinsisällöt auttavat sekä opettajia että opiskelijoita rakentamaan opiskeltavista aiheista kokonaisuuksia irrallisten palikoiden sijaan. Ensimmäinen kokonaisuus (Kuvio 1) on ”molekyyleistä organismeihin: rakenteet ja prosessit”, jonka sisältöön kuuluvat kaikki yksilön elämää ja toimintaa ylläpitävät rakenteet ja tapahtumat atomitasolta elintasolle asti. Seuraavassa sisältöalueessa ”ekosysteemit: vuorovaikutus, energia ja dynamiikka” laajennetaan yksilön tarkastelua koskemaan sen toimintaa elollisen ja elottoman ympäristönsä kanssa. Kolmannessa ydinsisällössä ”perinnöllisyys: perimä ja muuntelu” perehdytään siihen, miten yksilöt lisääntyvät, miten lisääntyminen tuottaa muuntelua ja mitä muuntelusta seuraa lajitasolla. Viimeisessä ydinsisältöalueessa ”biologinen evoluutio: yhtenäisyys ja monimuotoisuus” tutustutaan miten evoluutio selittää lajien muuntelun ja nykypäivänä esiintyvän suuren lajien kirjon sekä elämän alkuperän. (National Research Council 2012.) Ydinsisältöjen kuvaukset (Taulukko 5) antavat tarkemman kuvan ydinsisältöalueiden biologisista sisällöistä.

Ydinsisältömalli vastaa hyvin biologian opetuksen haasteisin kokonaisuuksien hahmottamisesta ja sitä onkin käytetty muun muassa alakoulun ympäristöopin opettamisen tukena (Uitto 2016). Suomessa biologiaa opiskellaan alakoulusta

alkaen monta vuotta, ja siksi biologisten yläkäsitteiden käyttö auttaa pitämään opetuksen kokonaisuutena.

**Taulukko 5. Ydinsisältöjen kuvaus (Muokattu National Research Council 2012).**

<b>Molekyyleistä organismeihin: rakenteet ja prosessit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yksilön anatomia, morfologia, fysiologia, käyttäytyminen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ tarkasteltava osa voi olla yksi- tai monisoluinen, tai yksilön osa (esim. kudokset, elin)</li> <li>○ yksittäinen solu tai solun osa <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ solun toiminta esim. proteiinin tuottaminen</li> </ul> </li> <li>○ kasvu, vanhentuminen, solunjakautuminen, geeniekspressiot</li> <li>○ energian ja aineiden hankinta ja käyttö <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ hankinta, muokkaaminen, siirtäminen, vapauttaminen ja poistaminen</li> </ul> </li> <li>○ tavat havainnoida, prosessoida ja käyttää tietoa ympäristöstä <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ aistiminen, aistiärsykkeisiin vastaaminen, ulkoiset sekä sisäiset reseptorit</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>Ekosysteemit: vuorovaikutus, energia ja dynamiikka</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miten ja miksi eliöt vuorovaikuttavat ympäristönsä kanssa ja vuorovaikutusten seuraukset <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ympäristön elolliset ja elottomat tasot</li> <li>○ lajien sisäiset- ja väliset suhteet, suhteiden verkot <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ esim. mutualismi, symbioosi, saalistus</li> <li>▪ ravintoverkot</li> </ul> </li> <li>○ resurssit ja populaatioekologia <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ryhmäkäyttäytyminen, erilaiset ryhmät</li> </ul> </li> <li>○ ekosysteemit <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ esim. vesistöt, sademetsät, ruohomaa, aavikko</li> <li>▪ dynaamisuus, muuttuvuus, pysyvyys</li> <li>▪ ympäristön ja sen muutosten vaikutus eliöihin ja niiden mahdollisuuksiin</li> </ul> </li> <li>○ vuorovaikutus elollisen ja elottoman ympäristön kanssa</li> <li>○ materian ja energian siirtyminen ekosysteemin läpi <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ esim. energian kulku trofiatasoilla, hiilen kierto</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>Perinnöllisyys: perimä ja muuntelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sukupolven piirteiden siirtyminen seuraaville sukupolville, saman lajin erilaiset piirteet <ul style="list-style-type: none"> <li>○ geenit ja periytyvyys</li> <li>○ mutaatiot, muutosten merkitys</li> <li>○ suvullinen ja suvuton lisääntyminen</li> <li>○ geenien välinen vuorovaikutus ilmiasuun ja kehitykseen</li> <li>○ ympäristön ja geenien välinen vuorovaikutus ilmiasuun ja kehitykseen</li> </ul> </li> </ul>
<b>Biologinen evoluutio: yhteneväisyys ja monimuotoisuus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversiteetin rikkaus, luonnonvalinnan aiheuttamat soputumat, lajiutuminen, sukupuutot <ul style="list-style-type: none"> <li>○ evoluutio prosessina</li> <li>○ luonnonvalinta evoluution vaikuttimena</li> <li>○ evoluution nopeus</li> <li>○ ympäristön vaikutus</li> <li>○ sopeutumisen merkitys lajiutumisessa ja evoluutiossa</li> <li>○ ihmisen vaikutus biodiversiteettiin ja biodiversiteetin vaikutus ihmiseen <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ekosysteemipalvelut</li> <li>▪ uusiutuvat luonnonvarat</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

### **3.5 Tasa-arvo näkökulma: tyttöjen ja poikien erot oppimistuloksissa**

Vaikka Suomessa luonnontieteiden osaaminen on ollut OECD –maiden kärkiluokkaa (Kärnä ym. 2012), ei osaaminen jakaudu tasaisesti. Oppimista ja osaamista tutkittaessa monet asiat sosioekonomisesta taustasta ja elinympäristöstä lähtien muovaavat sekä kiinnostuksenkohteita että oppimistuloksia. Yksi tutkituista taustatekijöistä on sukupuoli.

Sukupuolen vaikutusta biologiasta kiinnostumiseen on tutkittu paljon sekä kansainvälisesti että Suomessa. Kansainvälisissä tieteen kiinnostavuutta koskevilla tutkimuksilla on huomattu poikien olevat tyttöjä kiinnostuneempia yleisesti kaikkia tieteenaloja tarkastellessa, mutta sekä kansainvälisissä että suomalaisissa tutkimuksissa on huomattu, että kun eri tieteenalat erotetaan toisistaan, pojat ovat kiinnostuneempia fysiikasta ja teknologiasta kun taas tytöt biologiasta. (Esim. Baram-Tsabari & Yarden 2010; Uitto 2014.) Tieteiden osalta kiinnostuksella sukupuolten välillä ei ole juurikaan eroa vielä esikouluiässä, mutta kiinnostuksen kohteet alkavat eriytyä voimakkaasti koulutuksen aikana (Baram-Tsabari & Yarden 2010). Kiinnostuksen lisäksi on tutkittu minäpystyvyyden (self-efficacy) vaikutusta osaamiseen. Minäpystyvyys on Banduran (1977) teorian mukaan yksilön oma uskomus osaamisestaan ja kyvyistään, joka heijastuu suoraan yksilön toimintatapaan ja näin onnistumiseen. Minäpystyvyys vaikuttaa siihen, kuinka paljon opiskelija haluaa yrittää panostaa oppimiseensa, eli minäpystyvyys muovaa lopulta myös oppimistulosta (Britner & Pajares 2006). Kiinnostuksen ja minäpystyvyyden kokemuksen yhteyttä osaamiseen tukevat Suomessa tehdyt tutkimukset luonnontieteiden osaamisesta, joissa sekä tyttöjen kiinnostus että minäpystyvyys ovat biologian osalta korkeita tyttöjen osatessa myös biologiaa merkitsevästi poikia paremmin niin peruskoulu- (Kärnä ym. 2012; Uitto 2014) kuin lukiotasollakin (Rajakorpi 2000).

Kiinnostuksen tutkiminen on merkityksellistä, sillä se on yhteydessä oppimisen lisäksi haluun jatkaa tulevaisuudessa opiskeltavan asian parissa. Näin esimerkiksi opiskelijan korkea minäpystyvyys ja asenne ratkaisevat haluaako

opiskelija suuntautua biologian alalle tulevaisuudessa (esim. Uitto 2014). Uiton (2014) tutkimuksessa selvitettiin tyttöjen ja poikien välisiä eroja minäpystyvyyden, asenteen ja kiinnostuksen vaikutuksesta tulevaisuuden ammatinvalintaan biologian alalla, sekä tyttöjen ja poikien kiinnostusta erilaisista biologian osa-alueita kohtaan. Yleisesti kiinnostavimpina oli koettu aiheet ihmisen biologia ja terveys sekä solubiologia ja geenitekniikka. Tytöt kokivat aiheet ekologia ja evoluutio sekä solubiologia ja geenitekniikka jonkin verran enemmän kiinnostavina kuin pojat, ja tytöt olivat huomattavasti poikia kiinnostuneempia aiheista luonnonsuojelu sekä ihmisen biologia. Eliömaailma koettiin molempien sukupuolten osalta vähiten kiinnostavana biologian alueena. Tytöt pitivät biologiaa hieman tärkeämpänä tulevaisuuden ammatin kannalta poikien suosiessa fysiikkaa.

#### **4 Tutkimuksen tavoitteet**

Arvioinnin merkitys opiskelussa on keskeinen. Se ohjaa sitä mitä ja miten opiskellaan (Lindblom-Ylänne & Nevgi 2002; Struyven ym. 2005), sekä antaa merkityksen sille, mitä opiskelijat pitävät tärkeänä (Brown ym. 2013). Lisäksi päättöarvioinnin kriteerit vaikuttavat suoraan siihen, mitä koulussa lopulta opitaan (Ouakrim-Soivio 2013), josta esimerkkinä ylioppilaskokeiden tehtävätyyppien ja niiden vaatimusten vaikutus lukio-opetukseen (Lindblom-Ylänne 2003). Arvioinnin laajan merkittävyyden takia sen voidaan sanoa vaikuttavan siihen, millaisin tiedoin ja taidoin jatko-opiskelupaikkojen porteille saavutaan.

Summatiivisesta lukion biologian arvioinnista eli biologian ylioppilaskokeista ei ole kattavaa tutkimustietoa. Tämän työn tavoitteena on tutkia laadullisesti biologian ylioppilaskoetehtävien arviointiin liittyviä tekijöitä: tehtävätyyppejä, kognitiivisia haasteita (tiedon ja ajattelutaidon tasoja) sekä tehtävien sisällöllistä vaihtelua (ydinsisältöjen esiintyvyys). Laadullisen tarkastelun lisäksi työssä tutkitaan erilaisten tehtävätyyppien, kognitiivisten haasteiden sekä ydinsisältöjen hallintaa biologian ylioppilaskokeisiin osallistuneiden kokelaiden tehtäväpisteiden kvantitatiivisella analysoinnilla. Tavoitteena on vastata miten

biologian ylioppilaskokeiden tehtävät vaihtelevat ja kuinka hyvin erilaisia tehtäviä todellisuudessa on osattu. Tutkimuksessa on tarkoitus tuoda esiin myös sukupuolten välistä vaihtelua niin erilaisissa tehtävissä menestymisessä kuin erilaisten tehtävien valinnassakin.

**Selvitän asiaa seuraavilla tutkimuskysymyksillä:**

1. Millaisia biologian ylioppilaskokeiden tehtävät ovat, kun niitä tarkastellaan tehtävätyyppien, ydinsisältöjen sekä tiedon- ja ajattelutaidon tasojen suhteen?
2. Jakautuvatko tehtävätyypit sekä tiedon- ja ajattelutaidon tasot tasaisesti kaikkien ydinsisältöjen välille?
3. Miten
  - a) tutkintokerta,
  - b) tehtävätyyppi,
  - c) ydinsisältö ja
  - d) tiedon sekä ajattelutaitojen tasot selittävät tehtävissä onnistumista?
4. Onko osaamisessa eroja eri ydinsisältöjen
  - a) tehtävätyypeissä ja
  - b) tiedon- sekä ajattelutaidon tasoilla?
5. Miten sukupuoli selittää erilaisten tehtävien valintaa ja niissä menestymistä?

Aiemmista tutkimuksista Rostila (2014) havaitsi biologian ja Tikkanen (2010) kemian ylioppilaskokeiden painottuvan suorituskeskeisiin tehtäviin, ja oletan tämän tutkimuksen saavan samansuuntaisen tuloksen. Lisäksi Rostila (2014) sekä Tikkanen (2010) tutkivat ydinsisältöjä ja havaitsivat ydinsisältöluokkien esiintyvyydessä epätasapainon yhden luokan ollessa muita edustetumpi. Oletan tämän tutkimuksen vahvistavan aikaisempia tutkimustuloksia ydinsisältöjen epätasaisesta jakautumisesta.

Varsinaisesta koetehtävien osaamisesta oletan, että tehtävätyypeistä parhaat pistemäärät on saatu valintatehtävistä, kun taas suorituskeskeisten tehtävien pistemäärät ovat pienimpiä (McTighe & Ferrara 1998). Ydinsisältöjen hallinta

vaihtelee otaksuttavasti niin, että heikointa osaaminen on eliömaailmaa käsittelevissä tehtävissä (ydinsisältöalueet molekyyleistä organismeihin (yksilötaso) ja ekosysteemit (populaatiotaso), jotka on koettu vähiten kiinnostavaksi biologian osa-alueeksi (Uitto 2014).

Biologian ylioppilaskokeiden tehtävien tiedon tasot keskittyvät oletettavasti fakta- ja käsitetietoa vaativiin tehtäviin, kun taas menetelmätietoa tehtävissä vaaditaan vähän (kuten esim. Tähtinen 2011, Rostila 2014, Vitikainen 2014). Lisäksi menetelmätietoa mittaavissa tehtävissä osaamisen on todettu olevan heikompaa fakta- ja käsitetietoon verrattuna (Kärnä ym. 2012) jonka johdosta oletan menetelmätiedon jäävän käsite- ja faktatietoa heikommaksi keskiarvoltaan. Ajattelutaidon tasoista eli varsinaista tehtävien haastavuutta mittaavista luokista oletan eniten esiintyvän alemman ajattelutaidon tason vaatimuksia (muistaa – soveltaa), jopa niin, että painotusalueena on ymmärtää-luokka. Lisäksi oletan ajattelutaidon vaatimuksen heijastuvan tehtävistä saatuihin pistemääriin niin, että mitä korkeammasta ajattelutaidon luokasta on kyse, sitä pienempi tehtävästä saatu pistemäärä on, sillä ajattelutaidon tasojen haasteet kasvavat luokasta toiseen siirryttäessä (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002).

Lopuksi oletan sukupuolen selittävän biologian osaamista niin, että tytöt saavat merkitsevästi parempia pistemääriä poikiin verrattuna (esim. Rajakorpi 2000; Kärnä ym. 2012), eikä ydinalueiden osaaminen ja eri aiheisten tehtävien valinta ole molemmilla sukupuolilla yhteneväinen, sillä ydinalueiden välinen kiinnostus vaihtelee sukupuolten välillä (Uitto 2014).



## 5 Aineisto ja menetelmät

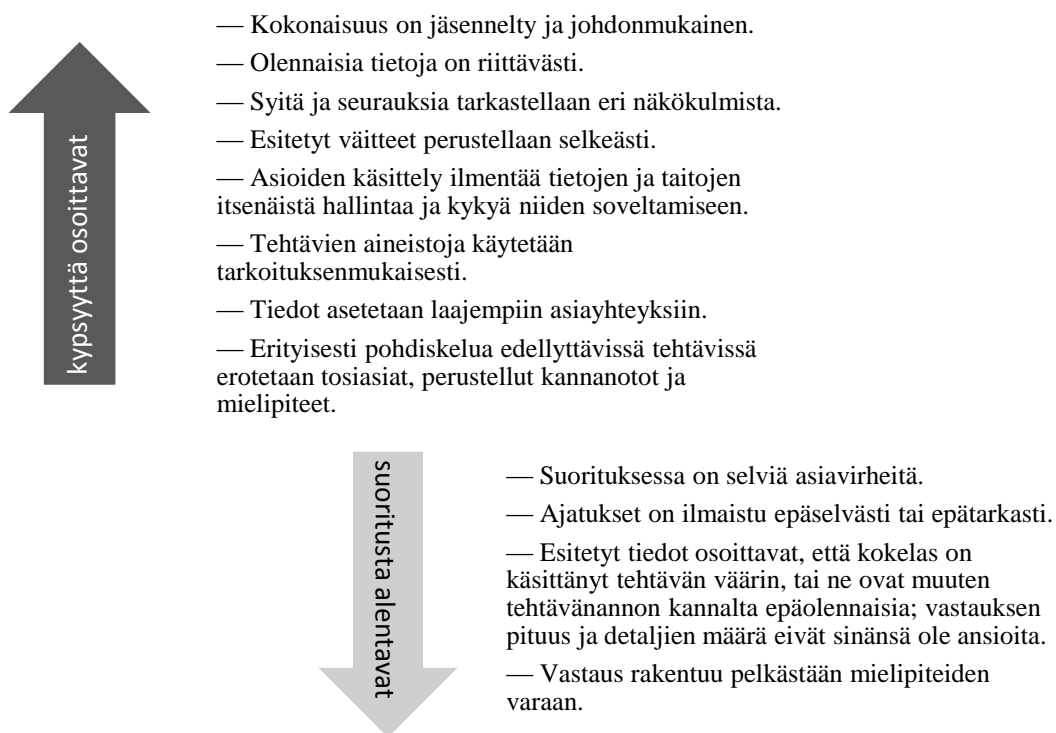
### 5.1 Tutkimuskohde ja aineisto

”Reaaliaineen kokeen tarkoituksena on saada selville, onko opiskelija omaksunut lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaiset tiedot ja taidot sekä saavuttanut lukion tavoitteiden mukaisen riittävän kypsyysden aineen hallinnassa.”

(YTL 2011: 1)

Tutkimuskohteena ovat biologian ylioppilaskokeiden koetehtävät. Koetehtävät laaditaan lukion biologian kahden pakollisen ja kolmen syventävän kurssin koko lukion oppimäärästä. Jokaisen tutkintokerran koe sisältää 12 tehtävää, joista kymmenen on 6 pisteen tavallisia tehtäviä ja kaksi 9 pisteen jokeritehtäviä. Jokaisen kokeen tehtävistä 1 – 4 ovat oppiainerajat ylittäviä tehtäviä, jotka voivat olla joko tavallisia tai jokeritehtäviä. Näitä tehtäviä ei ole merkitty erikseen, vaan niiden tehtävänanto pyrkii ohjaamaan tehtävän käsittelyyn eri oppiaineiden tai lukion opetussuunnitelman aihekokonaisuuksien kannalta. Mikäli tehtävässä on osakysymyksiä, saa jokaisesta tehtäväkohdasta yhtä monta pistettä niin, että loppupistemäärä summautuu kuuteen (esimerkiksi kaksi 3 p. osatehtävää), ellei toisin ole mainittu. Kokelas voi valita tehtävistä enintään kahdeksan, joihin hän vastaa. (YTL 2011.)

Ainereaalitehtävien tarkastaminen on kaksivaiheinen. Koetehtävät arvostelee ensin valmistavasti lukiokoulutusta järjestävän oppilaitoksen asianomaisen aineen opettaja, jonka jälkeen tehtävät tarkistaa lopullisesti ylioppilastutkintolautakunnan osoittama sensori. Koetehtävien korjauksessa käytetään apuna tehtäviin laadittuja mallivastauksia. Lisäksi saatuun pistemäärään vaikuttavat olennaisesti vastauksen kypsyyttä osoittavat rakenteelliset ja sisällölliset seikat (Kuvio 2). (YTL 2011.)



**Kuvio 2.** Kypsytyttä osoittavat ja suoritusta alentavat piirteet ylioppilaskokeiden vastauksissa (Muokattu YTL 2013).

Aineistona on vuosien 2011 – 2015 biologian ylioppilaskokeet sekä niihin vastanneiden kokelaiden tehtäväkohtaiset pisteytykset. Tehtävissä menestymistä tutkitaan Ylioppilastutkintolautakunnan valmiin aineiston avulla, jossa on ilmoitettu jokaisen tutkimusajankohtana kirjoittaneen kokelaan tehtäväkohtaiset pistemäärät (0 – 6 p. tai 0 – 9 p.) sekä kokelaan sukupuoli.

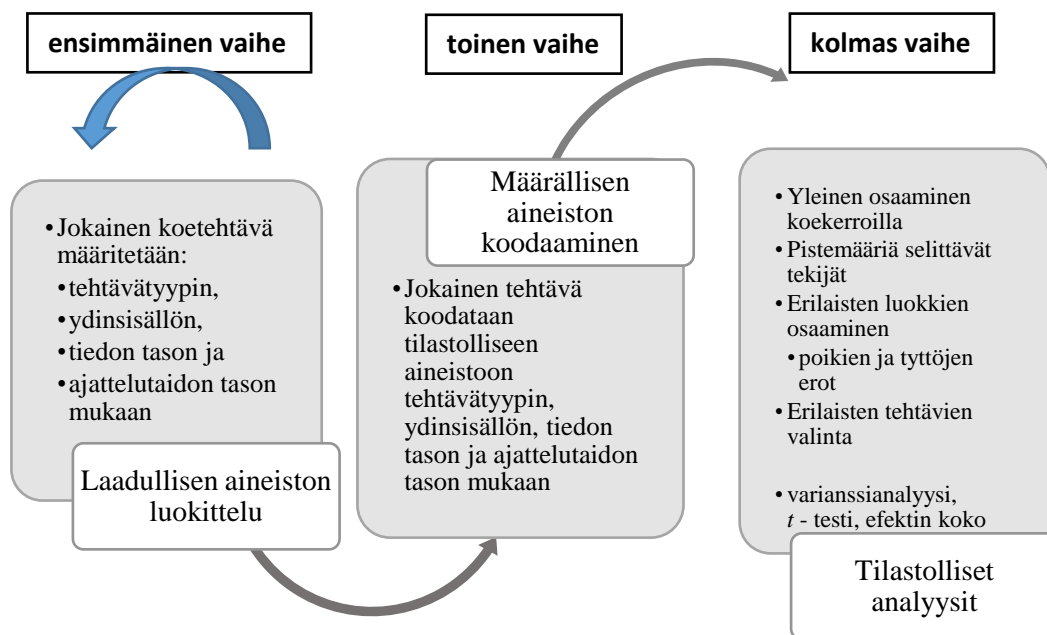
Koko tutkimusaikana kokeisiin osallistui yhteensä 28 777 kokelasta, joista miehiä oli 9 644 ja naisia 19 133. Jokaisella tutkintokerralla miehiä ( $N = 811 - 1\,500$ ) oli vähemmän kuin naisia ( $N = 1\,717 - 2\,649$ ). Osallistuneiden kokelaiden määrä tutkintokerroittain on Taulukossa 6.

**Taulukko 6.** Kokeisiin osallistuneiden kokelaiden määrä tutkintokerran ja sukupuolen mukaan.

		mies	nainen	Yhteensä
tutkintokerta	2011K	1026	2176	3202
	2011S	1086	1966	3052
	2012K	862	1882	2744
	2012S	1199	1929	3128
	2013K	812	1860	2672
	2013S	1340	2378	3718
	2014K	1008	2576	3584
	2014S	1500	2649	4149
	2015K	811	1717	2528
Yhteensä		9644	19133	28777

## 5.2 Analyysi

Tutkimuksessa on kolme päävaihetta: ensimmäisessä vaiheessa biologian ylioppilaskokeiden tehtävät luokitellaan. Toisessa vaiheessa aineisto koodataan analyysin luokkien perusteella ja viimeisessä vaiheessa suoritetaan kvantitatiivinen pisteytyksen analyysi (Kuvio 3).



**Kuvio 3.** Tutkimuksen vaiheet: ensimmäisessä vaiheessa tehtävien luokittelu suoritettiin useita kertoja varmuuden saavuttamiseksi, tämän jälkeen tehtävät koodattiin tilastoaineistoon, josta suoritettiin tilastollisia analyyseja.

Seuraavassa selvitetään tutkimuksen aineistoja ja analysointia tarkemmin ensimmäisen ja viimeisen vaiheen osalta.

### **5.2.1 Laadullinen analyysi**

Sisällönanalyysin tarkoitus on tuottaa tutkittavasta aiheesta sanallinen ja selkeä kuvaus (Tuomi & Sarajärvi 2004) eli kuvata kvantitatiivisesti dokumenttien sisältöä (Kyngäs & Vanhanen 1999). Tähän tutkimukseen käytän teorialähtöistä sisällönanalyysia, sillä tutkimuksen tavoitteena on tuottaa yhteensä 108 koetehtävästä yhtenäinen kokonaisuus teoriaa hyväksi käyttäen.

Teorialähtöisessä sisällön analyysissa ensimmäinen vaihe on analyysirungon muodostaminen (Tuomi & Sarajärvi 2004), ja tämän tutkimuksen osalta analyysirunko muodostettiin tutkimuskysymysten kannalta oleellisen teorian pohjalta. Tässä tutkimuksessa siihen kuuluvat tehtävätyyppi (valinta-, suppea tuotos ja suorituskeskeinen tehtävä) (McTighe & Ferrara 1998), ydinsisältö (Molekyyleistä organismeihin: rakenteet ja niiden toiminta, Ekosysteemit: vuorovaikutus, energia ja dynamiikka, Perinnöllisyys: perimä ja muuntelu sekä Biologinen evoluutio: yhteinen alkuperä ja monimuotoisuus) (National Research Council 2012), sekä tiedon- (fakta-, käsite-, menetelmä- ja metakognitiivinen tieto) ja ajattelutaidon taso (muistaa, ymmärtää, soveltaa, analysoida, arvioida, luoda) (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002). Tällainen strukturoitu analyysirunko testaa teoriaa ja käsitejärjestelmää uudessa kontekstissa (Tuomi & Sarajärvi 2004).

Analyysirungon selkeytymisen jälkeen aineistosta (eli koetehtävistä) poimitaan analyysirunkoon sopivat aiheet ja toisaalta sen ulkopuolelle jäävät asiat, joista voidaan luoda uusia luokkia. Näiden luokittelujen jälkeen aineistoa voidaan tarkastella kvantitatiivisesti. (Tuomi & Sarajärvi 2004.) Jokainen seuraavassa kuvattu aineiston luokittelukerta on tehty loppuun asti yhdellä istumalla, jotta luokittelussa vältyttiin ajankohdan, vireystilan tai muiden muuttujien vaikutukselta luokittelussa (Eskola & Suoranta 1998).

Jokaisen analysointivaiheen jälkeen tarkistin edellisen vaiheen tehtävien luokituksen ja merkitsin ne tehtävät, joiden luokittelusta olin epävarma. Luokittelu tehtiin jokaisen luokan osalta moneen kertaan, kunnes epäselvyyksiä ei enää noussut. Epäselvien tehtävien osalta käytin apuna myös vertaisluokittelua, joka voi lisätä tutkimuksen luotettavuutta (Tuomi & Sarajärvi 2004), luokittelemalla tehtävät ohjaajieni kanssa seuraavasti: kaikki valitut tehtävänannot luokiteltiin itsenäisesti (samojen kriteerien pohjalta), jonka jälkeen tehtävistä keskusteltiin. Kun erillään analysoitujen tehtävien luokittelun lopputulos oli sekä minulla että toisella luokittelijalla sama, katsoin tehtävien luokittelun olevan valmis.

### Ensimmäinen vaihe: tehtävätyypit

Ensimmäisellä luokittelukerralla luin kaikkien 108 tehtävän tehtävänannot läpi kokonaiskuvan saamiseksi tehtävätyyppien teoriaa (McTighe & Ferrara 1998) silmällä pitäen ja samalla merkitsin alustavasti jokaisen tehtävän tehtävätyypin perusteella (valinta, suppea tuotos, suorituskeskeinen tehtävä). Luokittelun apuna toimi tehtävätyyppien luokittelurunko (Taulukko 7), jonka loin McTighen ja Ferraran (1998) tehtävätyyppijaottelun perusteella (kts. Taulukko 1).

**Taulukko 7.** Tehtävätyyppien luokittelurunko.

Tehtävätyyppi	Luokitteluperuste
<b>Valintatehtävä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kaikki vaihtoehdot lueteltu tehtävänannossa</li> <li>• vastauksia ei tarvitse tuottaa omin sanoin</li> </ul>
<b>Suppea tuotos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vastaus tuotetaan omin sanoin</li> <li>• tehtävänanto ei vaadi pitkää ja monipuolista vastausta</li> <li>• monta osatehtävää, joissa pienet pistemäärät</li> </ul>
<b>Suorituskeskeinen tehtävä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pitkä, jäsennelty vastaus <ul style="list-style-type: none"> <li>○ esseetehtävä</li> </ul> </li> <li>• monipuolista tiedon konstruointia <ul style="list-style-type: none"> <li>○ risteytyskaavion laadinta</li> </ul> </li> </ul>

## Toinen vaihe: tiedon ja ajattelutaidon tasot

Seuraavassa vaiheessa tavoitteena oli luokitella tehtävät tiedon- ja ajattelutaidon mukaisiin luokkiin (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002). Tiedon tason luokittelua varten muodostin luokittelurungon, jossa on yhdistetty uudistetun Bloomin taksonomian tiedon tasojen luokat (Anderson ym. 2001) sekä tasoihin liittyviä esimerkkiverbejä (Taulukko 8).

**Taulukko 8.** Tiedon tason luokittelurunko.

Tiedon taso	Luokitteluperuste	Esimerkkiverbejä
<b>Faktatieto</b>	Tieto terminologiasta Tieto tarkoista yksityiskohdista	<ul style="list-style-type: none"><li>• nimeä</li><li>• kopioi</li><li>• merkitse</li></ul>
<b>Käsitetieto</b>	Tieto luokituksista ja kategorioista Tieto periaatteista ja yleistyksistä Tieto teorioista, malleista ja rakenteista Tieto käsitteistöstä	<ul style="list-style-type: none"><li>• perustele</li><li>• selitä</li><li>• määrittele</li><li>• vertaile</li></ul>
<b>Menetelmätieto</b>	Tieto taidoista Tieto tekniikoista ja metodeista Tieto menetelmien käyttökriteereistä Tieto kokeellisten tulosten käytöstä ja soveltamisesta	<ul style="list-style-type: none"><li>• tuota</li><li>• käytä</li><li>• laadi</li><li>• tutki</li></ul>

Ajattelutaidon tason määrittelemiseksi loin luokittelurungon, jossa käytetään alkuperäisten luokkien alakategorioita (Anderson ym. 2001) (kts. 2.2 Arvioinnin taksonomia) sekä niihin liittyviä esimerkkiverbejä (Taulukko 9).

**Taulukko 9.** Ajattelutaidon tason luokittelurunko.

Ajattelutaidon taso	Luokitteluperuste	Esimerkkiverbejä
<b>Muistaa</b>	Tunnistaa Palauttaa mieleen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nimeä</li> <li>• tunnista</li> <li>• yhdistä</li> <li>• merkitse</li> </ul>
<b>Ymmärtää</b>	Tulkitseminen Esimerkin antaminen Yhteenveto Päätely Vertaaminen Perustelu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selitä</li> <li>• tarkastele</li> <li>• vertaile</li> <li>• erottele</li> <li>• perustele</li> <li>• tehtävät, joista ajattelutaitoa kuvaavat verbit puuttuvat</li> </ul>
<b>Soveltaa</b>	Menetelmän soveltaminen Menetelmän käyttäminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• päättelä</li> <li>• pohdi</li> <li>• laadi</li> </ul>
<b>Analysoida</b>	Erotteleminen Jäsentäminen Piilomerkityksen havaitseminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erottele</li> <li>• osoita</li> <li>• muodosta</li> </ul>
<b>Arvioida</b>	Tarkistaminen Arvosteleminen Arviointi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• arvioi</li> <li>• esittele</li> <li>• tarkastele soveltuvuutta</li> </ul>
<b>Luoda</b>	Kehittäminen Suunnittelemine Tuottaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kehitä</li> <li>• suunnittele</li> </ul>

Luin kaikki 108 tehtävää nyt toiseen kertaan ja luokittelin jokaisen tehtävän yhteen tiedon tason luokkaan (faktatieto, käsitetieto tai menetelmätieto) ja yhteen ajattelutaidon tason luokkaan (muistaa, ymmärtää, soveltaa, analysoida, arvioida tai luoda).

### **Viimeinen vaihe: ydinsisällöt**

Viimeisenä luokittelin tehtävät neljän ydinsisällön mukaisiin luokkiin (National Research Council 2012). Luokittelurunkona toimivat ydinsisältöjen keskeiset aihealueet, joita myös Uitto (2016) on käyttänyt ympäristöopin opetuksen tukena (Taulukko 10). Ydinsisältöalueen tunnistamisen tein tehtävänannon sanallisen ohjauksen perusteella. Mikäli tehtävä oli haastava luokitella pelkän luokittelurungon avulla, käytin apuna lisäksi tarkempaa ydinsisältöjen käsitteistöä (kts. Taulukko 5; Ydinsisältöjen kuvaus).

**Taulukko 10.** Ydinsisältöjen luokittelurunko (Muokattu Uitto 2016).

Ydinsisältö	Aihealueet
<b>Molekyyleistä organismeihin: rakenteet ja prosessit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eliöiden rakenne ja toiminta</li> <li>• eliöiden kasvu ja kehittyminen</li> <li>• aineiden ja energian kulku eliössä</li> <li>• informaation prosessointi eliössä</li> </ul>
<b>Ekosysteemit: vuorovaikutus, energia ja dynamiikka</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vuorovaikutus ekosysteemeissä</li> <li>• aineiden ja energian kulku ekosysteemeissä</li> <li>• ekosysteemien toiminta</li> <li>• sosiaaliset vuorovaikutukset ja ryhmäkäyttäytyminen</li> </ul>
<b>Perinnöllisyys: perimä ja muuntelu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ominaisuuksien periytyminen</li> <li>• ominaisuuksien muuntelu</li> </ul>
<b>Biologinen evoluutio: yhteneväisyys ja monimuotoisuus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• elämän yhteinen alkuperä</li> <li>• luonnonvalinta</li> <li>• sopeutuminen</li> <li>• biodiversiteetti ja ihminen</li> </ul>

## 5.2.2 Tilastolliset analyysit

Ylioppilastutkintolautakunnalta saadussa aineistossa on jokaisen kokelaan tehtäväkohtaiset pisteytykset. Tähän valmiiseen aineistoon koodataan tehtäville luokkia vastaavat koodit. Jokainen tehtävä kuuluu siis neljään eri luokkaan (tehtävätyyppi, tiedon taso ja ajattelutaidon taso sekä ydinsisältöalue). Luokkia voi tarkastella koodauksen jälkeen joko yhden tutkintokerran osalta tai koko tutkimusajankohdan käsittävänä luokkana.

Tilastolliset analyysit suoritan SPSS-tilasto-ohjelmalla. Varianssianalyysi (univariate ANOVA) on tässä työssä yksi keskeisin käytetty analyysimenetelmä. Varianssianalyysi vertaa hajonnan ja keskiarvojen avulla eroavatko tutkittujen ryhmien keskiarvot tilastollisesti merkitsevästi toisistaan (Metsämuuronen 2011). Varianssianalyysin tulosten yhteydessä efektin kokoa ilmaisemaan käytän osittais-etan neliötä (Partial Eta Squared) ( $\eta_p^2$ ) (Cohen 1973; Metsämuuronen 2011).

Tässä työssä käytän aineistosta sekä lyhyttä että pitkää muotoa. Lyhyessä muodossa jokainen kokelas esiintyy yhtenä tapauksena ( $N = 28\,777$ ) ja aineisto ilmaisee kokelaan kokonaispistemäärän. Tästä aineistosta tutkin



varianssianalyysilla opiskelijoiden kokonaispistemäärien (eli kokeissa menestymisen) vaihtelua koekertojen välillä.

Pitkää aineistoa käytetään laadullisten luokkien (tehtävätyypit, tiedon- ja ajattelutaidon tasot sekä ydinsisällöt) tarkastelussa (luokkien valintaprocentit sekä pistemäärät ja sukupuolten erot). Pitkässä aineistossa jokaisen kokelaan tiedot esiintyvät tehtäväkohtaisina muuttujina (12 tehtävää jokaisessa kokeessa: 12 kertaa kokelaiden määrä koko aineistossa;  $N = 345\,324$ ). Pitkästä aineistosta tutkin varianssianalyysin avulla osaamista selittäviä tekijöitä sekä niiden yhdysvaikutusten merkitsevyyksiä. Tässä tutkimuksessa pitkän aineistomuodon käyttö on välttämätöntä, sillä työssä halutaan tutkia yksittäisten kysymysten haastavuutta erilaisissa luokissa, jolloin kysymykset on jaettava muuttujiksi kokelaiden sijaan. Näin aineistossa jokaisella kokelaalla on 8 valittua tehtävää ja niiden pistemäärät, sekä neljä valitsematonta tehtävää.

Varianssianalyysin osoittamista osaamista selittävistä tekijöistä tehdään jatkotutkimukset, joista sukupuolten keskiarvojen eron tilastollisen merkitsevyyden tutkimiseen käytetään  $t$ -testiä (Metsämuuronen 2011). Tilastollisen merkitsevyyden lisäksi aineistosta mitataan efektin koko, Cohenin  $d$ . Efektikoko lasketaan sukupuolten välisten tulosten keskiarvoille suhtauttamalla ryhmien keskiarvojen erotus ryhmien keskihajontaan (Cohen 1973). Efektikoon avulla ilmaistaan, kuinka merkittävä tulos on todellisuuden kannalta.

Sukupuolten välistä kiinnostusta erilaisia tehtäviä kohtaan mitataan tehtävien valintaprocenteista khiin neliötestin ( $\chi^2$ ) avulla (Metsämuuronen 2011).

## **6 Tutkimustulokset**

Tulosten luettavuuden kannalta lukijan on hyvä huomioida tutkielman huomattava kaksijakoinen rakenne. Tutkimus koostuu sekä laadullisesta ylioppilaskoetehtävien analyysistä että määrällisestä koetehtävien pisteiden analyysistä. Laadullisen analyysin tuloksia käsittelen kappaleessa 6.1 ja määrällisiä tuloksia kappaleissa 6.2 – 6.4.

Tuloksissa etenen tutkimuskysymysten mukaisesti tarkastellen ensin yleisesti laadullisen analyysin tuloksia tehtävätyyppien, ydinsisältöjen sekä tiedon- ja ajattelutaitojen esiintyvyyden mukaan. Seuraavaksi esittelen määrällisen analyysin tuloksia: yleisesti osaamista selittäneitä tekijöitä, laadullisten luokkien osaamista ja niiden kiinnostavuutta sekä viimeisenä sukupuolen vaikutusta erilaisten luokkien osaamiseen ja valintaan.

### **Tulosten tarkastelua helpottavia lukuohjeita**

Tulostaulukoissa tutkintokerrat on ilmaistu aina etukirjaimella ja vuosiluvulla. Etukirjain S viittaa syksyyn ja K kevääseen. Esimerkiksi ”S 2011” tarkoittaa syksyn 2011 tutkintokerran koetta. Ydinsisältöalueiden tulostaulukoissa on aina sama värikoodi: molekyyleistä organismeihin on violetti, ekologia vihreä, perinnöllisyys harmaa ja evoluutio keltainen. Jokaisen laadullisen luokan (tehtävätyypit, ydinsisältöalueet sekä kognitiiviset haasteet) tarkat koetehtäväsisällöt löytyvät Liitteistä 2 – 4.

### **6.1 Biologian ylioppilaskokeiden tehtävät**

#### **6.1.1 Tehtävätyypit**


Tehtävätyyppien luokittelussa käytettiin McTighen ja Ferraran (1998) tehtävätyyppijakoa, jossa tehtävät jaetaan valintatehtäviin, suppeisiin tuotostehtäviin sekä suorituskeskeisiin tehtäviin. Tehtävätyypeistä esiintyi kaikkia teorian mukaisia tehtävätyyppejä. Lisäksi tehtävätyyppien luokittelussa

huomasin analyysirungon alkuperäisten kategorioiden riittämättömyyden osatehtävien kohdalla. Tehtävässä voi olla sekä valintatehtävä että suppea tuotostehtävä, jonka johdosta loin yhdistävän luokan ”valinta ja suppea tuotos”.


Valintatehtäviä oli ainoastaan kaksi. Molemmat valintatehtävät olivat taulukoita, joista tuli rastimalla valita kaikki oikeat vaihtoehdot. Molemmat valintatehtävät sijaitsivat kokeen alkupäässä, ensimmäisillä tehtäväpaikoilla. Valintatehtävän esimerkki on Taulukossa 11.

**Taulukko 11.** Valintatehtävien yleinen piirre oli taulukko, josta tulee valita kaikki oikeat vastaukset. Valintatehtävän esimerkkinä K 2011, tehtävä 2.


2. Kopioi seuraavalla sivulla oleva taulukko vastauspaperiisi ja merkitse rastilla ne vaihtoehdot, jotka liittyvät kuvien 1–6 esittämiin eliöihin.



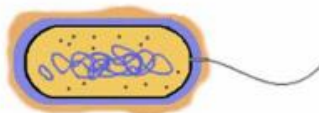
1




2




3



4



5



6

Kuvat 1, 2, 5, 6: Juhani Terhivuo, kuva 3: <http://www.flickr.com/photos/23289814@N08/2821834407/> (1.4.2010)  
kuva 4: [http://www.solunetti.fi/tiedostot/kuvat\\_solubiologia/](http://www.solunetti.fi/tiedostot/kuvat_solubiologia/) (25.1.2010, muokattu)

	Kuva 1	Kuva 2	Kuva 3	Kuva 4	Kuva 5	Kuva 6
Selkäjänteinen						
Selkärankainen						
Niveljalkainen						
Piikkinahkainen						
Polttaiseläinen						
Koppisiemeninen						
Paljassiemenninen						
Itiökasvi						
Aitotumallinen						
Esitumallinen						

Valintatehtäviä ja suppean tuotoksen yhdistelmätehtäviä oli myös kaksi, joista molemmat sijaitsivat samassa kokeessa. Molemmat tehtävät koostuivat osatehtävistä, joista toinen oli käsitteen yhdistäminen kuvaan ja toinen lyhyt käsitteen kuvaaminen tai perustelu. Yhdistelmätehtävän esimerkki on Taulukossa 12.

**Taulukko 12.** Valinta ja suppea tuotos –yhdistelmätehtävässä yleinen piirre oli tehtävän jakautuminen osatehtäviin, joista toisessa oli käsitteen yhdistäminen kuvaan ja toinen tehtävistä oli lyhyt kuvaamista tai perustelua vaativat tehtävä. Esimerkkinä K 2015, tehtävä 1.

1. Alla olevassa taulukossa kuvataan evoluutioon liittyvät geologiset maailmankaudet. Kuvat A–E esittävät eliöryhmiä, joiden ilmaantuminen maapallolla voidaan ajoittaa tiettyyn aikaan-kohtaan.
- a) Taulukkoon on merkitty numeroin 1–5 viisi ajanjaksoa. Mikä kuvissa A–E esitetyistä eliöryhmistä runsastui kunakin taulukossa numeroituna ajanjaksona? Vastaukseksi riittää eliöryhmän ja vastaavan aikakauden yhdistäminen. (2 p.)
- b) Mitä ominaisuuksia kasveilta ja eläimiltä vaadittiin, jotta ne selviytyisivät elämään maalla? (4 p.)

Elämän alkuaika	Paleotsooinen maailmankausi, elämän vanha aika (600–250 milj. vuotta sitten)						Mesotsooinen maailmankausi, elämän keskiaika (250–65 milj. vuotta sitten)			Kenotsooinen maailmankausi, elämän uusi aika (65 milj. vuotta sitten →)	
Prekambri	Kambri	Ordoviki	Siluuri	Devoni	Hilli	Permi	Trias	Jura	Litu	Tertiääri	Kvartaari
1	2	3		4			5				

A. Hevoseläimet



B. Sammalet



C. Hirmuliskot



D. Syanobakteerit



E. Trilobiitit



<<http://www.cartinafinland.fi/fi/picture/6262/Tamma+ja+varsa.html>>

<[http://www.luontokuvateskonen.com/gallery/main.php?g2\\_itemId=1372](http://www.luontokuvateskonen.com/gallery/main.php?g2_itemId=1372)>

<<http://pinkka.helsinki.fi/virtuaalikasvio/viewimage.php?plaimg=true&id=16547&imgres=hres>>

<<http://markenhage.org/jackveraart/3epagina.html>>

<[http://www.fossilmuseum.net/Fossil\\_Galleries/TrilobitesOklahoma/Kainops\\_raymondi/BCM051G.jpg](http://www.fossilmuseum.net/Fossil_Galleries/TrilobitesOklahoma/Kainops_raymondi/BCM051G.jpg)>

Luettu 31.1.2014.

Suppeisiin tuotostehtäviin liittyi yleisesti tehtävän koostuminen useasta osatehtävästä sekä ilmaukset ”nimeä”, ”selosta lyhyesti” tai ”perustele vastauksesi”. Suppeiden tuotosten yleiset piirteet sekä esimerkkitehtävä ovat Taulukossa 13.

**Taulukko 13.** Suppean tuotostehtävän yleisiä piirteitä sekä esimerkkit tehtävä (K 2013, tehtävä 2.).

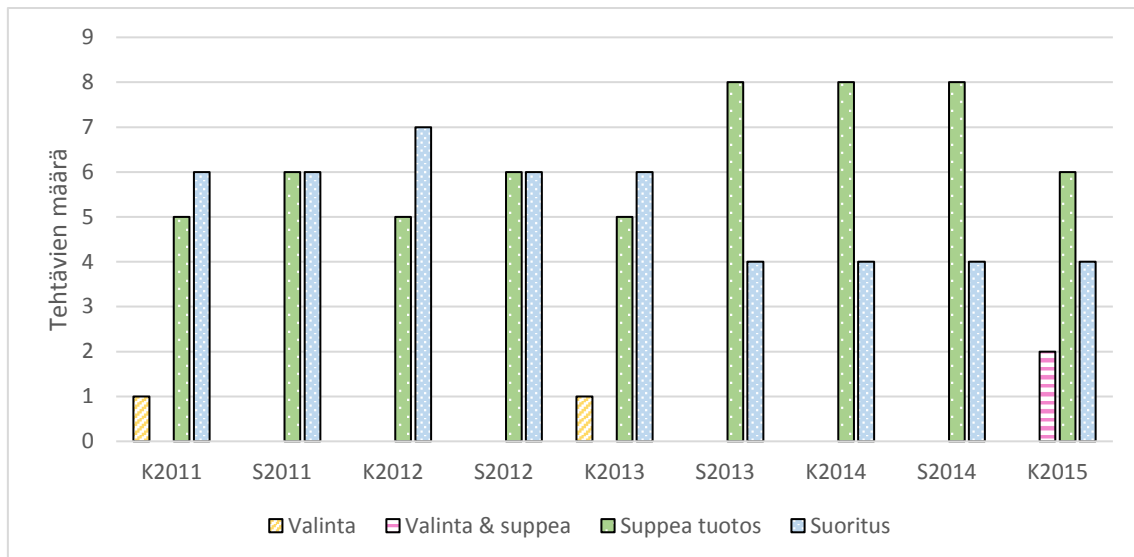
suppea tuotos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rakenteiden nimeäminen</li> <li>• ”selosta lyhyesti”</li> <li>• ”perustele vastauksesi”</li> <li>• ”nimeä”</li> </ul>
	2. a) Piirrä kaavakuva solukalvon perusrakenteesta ja nimeä osat. (3 p.) b) Selosta, miten avustettu (helpotettu) diffuusio ja aktiivinen kuljetus tapahtuvat. (3 p.)

Suorituskeskeisistä tehtävistä suurin osa oli essee-tehtäviä, joissa oli yksiosainen sanallinen tehtävänanto. Lisäksi suorituskeskeisinä tehtävinä esiintyi risteytyskaavioiden laadintatehtäviä. Essee-tehtävässä ei tyypillisesti ollut osatehtäviä (poikkeuksena jokeritehtävä, jossa osatehtävien pistemäärät korkeat) eikä lisääaineistoa. Essee-tehtäviä oli jokaisessa kokeessa, risteytyskaavioiden laadintaa ei. Suorituskeskeisten tehtävien yleiset piirteet sekä esimerkkit tehtävä ovat Taulukossa 14.

**Taulukko 14.** Suorituskeskeisen tehtävän yleisiä piirteitä sekä esimerkkit tehtävä (K 2014, tehtävä +11.)

suoritus- keskeinen tehtävä	<ul style="list-style-type: none"> <li>• yksiosainen, sanallinen tehtävänanto</li> <li>• essee-tehtävä tai risteytyskaavion laadinta</li> <li>• jokeritehtävä, jossa osatehtävän pistemäärä korkea (<math>\geq 5p.</math>)</li> </ul>
	+11. Liitukautta seurasi kenotsooinen maailmankausi, jota kutsutaan myös elämän uudeksi ajaksi. Mitä suuria geologisia, ilmastollisia ja biologisia muutoksia kenotsooisella maailmankaudella on tapahtunut?

Erilaisia tehtävätyyppejä esiintyi kokeissa vaihtelevasti. Suppeita tuotostehtäviä esiintyi jokaisessa tutkitussa kokeessa, 5 – 8 tehtävää/ koe, tutkimusaikana yhteensä 58 kpl. Suorituskeskeisiä tehtäviä esiintyi kaikissa tutkituissa kokeissa, 4 – 7 tehtävää/koe, yhteensä 48 kpl. Valintatehtäviä oli yhteensä kaksi ja yhdistelmätehtäviä (valinta ja suppea tuotos) kaksi. Tehtävätyypien määrät eri tutkintokerroilla on koottu Kuvioon 4, varsinaisten koetehtävien luokittelu tehtävätyyppeihin löytyy Liitteestä 2.



**Kuvio 4.** Tehtävätyyppien määrät eri tutkintokerroilla. K = kevät, S = syksy.


### 6.1.2 Tehtävien ydinsisällöt

Koetehtävät luokiteltiin Yhdysvaltojen kansallisen tutkimusneuvoston (National Research Council 2012) ydinsisältöluokkien mukaan. Luokat ovat 1) Molekyyleistä organismeihin: rakenteet ja prosessit, 2) Ekosysteemit: vuorovaikutus, energia ja dynamiikka, 3) Perinnöllisyys: perimä ja muuntelu sekä 4) Biologinen evoluutio: yhteneväisyys ja monimuotoisuus.

Koetehtävissä esiintyi kaikkia teorian mukaisia ydinsisältöjä, lisäksi jotkin tehtävät kuuluivat osatehtäviensä perusteella eri ydinsisältöihin. Nämä tehtävät luokiteltiin kuuluvaksi molempiin ydinsisältöalueisiin. Lisäksi yksi tehtävistä ei kuulunut mihinkään ydinsisältöön, vaan se käsitteli ainoastaan tietoa biologisen tutkimuksen tekemisestä. Tämä yksittäinen tehtävä ilmaistaan ”kompetenssit”-kohdassa. Yhdistelmäluokkien sekä kompetenssien esimerkkitehtävät, esimerkkitehtävien perustelut sekä luokkien kuvaukset ovat Taulukossa 15.



**Taulukko 15.** Yhdistelmäluokkien ja kompetenssit-tehtävän kuvaukset sekä esimerkkitehtävät.

<p><b>Yhdistelmäluokat</b></p> <p>K2011</p> <p>(a-kohta kuuluu ydinsisältöön ”ekosysteemit” b- ja c-kohdat kuuluvat ydinsisältöön ”perinnöllisyys”)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• kahden ydinsisältöalueen osatehtävät, tehtävät luokitellaan kuuluvaksi molempiin ydinsisältöluokkiin</li></ul>																																																																																																						
	<p>8. Kiiltomato (<i>Lampyrus noctiluca</i>) on kovakuoriainen, jonka lentokyvyttömän naaraan takapään jaokkeet hohtavat pimeässä. Tämän bioluminesenssi-ilmiön saa aikaan tietty proteiini (lusiferaasi-entsyymi).</p> <p>a) Mikä on bioluminesenssin biologinen merkitys? (2 p.)</p> <p>b) Pieni osa kyseisen proteiinin normaalista aminohapposekvenssistä on</p> <p>.... – treoniini – glutamiinihappo – lysiini – lysiini – valiini – metioniini –....</p> <p>Muodosta vastaava DNA-sekvenssi siten, että myös välivaiheet näkyvät. Käytä oheista taulukkoa. (3 p.)</p> <p>c) Jos jälkimmäisen lysiinin tilalla on leusiini, muuntunut proteiini ei hohtaa. Millainen mutaatio on aiheuttanut muutoksen? (1 p.)</p> <table><tr><td></td><td></td><td colspan="4">keskimmäinen emäs</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>U</td><td>C</td><td>A</td><td>G</td><td></td><td></td></tr><tr><td rowspan="16">alkava emäs</td><td rowspan="4">U</td><td>fenyylialaniini</td><td>seriini</td><td>tyrosiini</td><td>kysteiini</td><td>U</td><td rowspan="16">lopettava emäs</td></tr><tr><td>fenyylialaniini</td><td>seriini</td><td>tyrosiini</td><td>kysteiini</td><td>C</td></tr><tr><td>leusiini</td><td>seriini</td><td>lopetus</td><td>lopetus</td><td>A</td></tr><tr><td>leusiini</td><td>seriini</td><td>lopetus</td><td>tryptofaani</td><td>G</td></tr><tr><td rowspan="4">C</td><td>leusiini</td><td>proliini</td><td>histidiini</td><td>arginiini</td><td>U</td></tr><tr><td>leusiini</td><td>proliini</td><td>histidiini</td><td>arginiini</td><td>C</td></tr><tr><td>leusiini</td><td>proliini</td><td>glutamiini</td><td>arginiini</td><td>A</td></tr><tr><td>leusiini</td><td>proliini</td><td>glutamiini</td><td>arginiini</td><td>G</td></tr><tr><td rowspan="4">A</td><td>isoleusiini</td><td>treoniini</td><td>asparagiini</td><td>seriini</td><td>U</td></tr><tr><td>isoleusiini</td><td>treoniini</td><td>asparagiini</td><td>seriini</td><td>C</td></tr><tr><td>isoleusiini</td><td>treoniini</td><td>lysiini</td><td>arginiini</td><td>A</td></tr><tr><td>metioniini</td><td>treoniini</td><td>lysiini</td><td>arginiini</td><td>G</td></tr><tr><td rowspan="4">G</td><td>valiini</td><td>alaniini</td><td>asparagiinihappo</td><td>glysiini</td><td>U</td></tr><tr><td>valiini</td><td>alaniini</td><td>asparagiinihappo</td><td>glysiini</td><td>C</td></tr><tr><td>valiini</td><td>alaniini</td><td>glutamiinihappo</td><td>glysiini</td><td>A</td></tr><tr><td>valiini</td><td>alaniini</td><td>glutamiinihappo</td><td>glysiini</td><td>G</td></tr></table>  <p>Kiiltomato, naaras</p> <p>Kuva: <a href="http://www.nationalinsectweek.co.uk/images/gbbu/Bful_Lampyrus-noctiluca.jpg">http://www.nationalinsectweek.co.uk/images/gbbu/Bful_Lampyrus-noctiluca.jpg</a> (7.2.2010)</p>			keskimmäinen emäs								U	C	A	G			alkava emäs	U	fenyylialaniini	seriini	tyrosiini	kysteiini	U	lopettava emäs	fenyylialaniini	seriini	tyrosiini	kysteiini	C	leusiini	seriini	lopetus	lopetus	A	leusiini	seriini	lopetus	tryptofaani	G	C	leusiini	proliini	histidiini	arginiini	U	leusiini	proliini	histidiini	arginiini	C	leusiini	proliini	glutamiini	arginiini	A	leusiini	proliini	glutamiini	arginiini	G	A	isoleusiini	treoniini	asparagiini	seriini	U	isoleusiini	treoniini	asparagiini	seriini	C	isoleusiini	treoniini	lysiini	arginiini	A	metioniini	treoniini	lysiini	arginiini	G	G	valiini	alaniini	asparagiinihappo	glysiini	U	valiini	alaniini	asparagiinihappo	glysiini	C	valiini	alaniini	glutamiinihappo	glysiini	A	valiini	alaniini	glutamiinihappo	glysiini	G
		keskimmäinen emäs																																																																																																					
		U	C	A	G																																																																																																		
alkava emäs	U	fenyylialaniini	seriini	tyrosiini	kysteiini	U	lopettava emäs																																																																																																
		fenyylialaniini	seriini	tyrosiini	kysteiini	C																																																																																																	
		leusiini	seriini	lopetus	lopetus	A																																																																																																	
		leusiini	seriini	lopetus	tryptofaani	G																																																																																																	
	C	leusiini	proliini	histidiini	arginiini	U																																																																																																	
		leusiini	proliini	histidiini	arginiini	C																																																																																																	
		leusiini	proliini	glutamiini	arginiini	A																																																																																																	
		leusiini	proliini	glutamiini	arginiini	G																																																																																																	
	A	isoleusiini	treoniini	asparagiini	seriini	U																																																																																																	
		isoleusiini	treoniini	asparagiini	seriini	C																																																																																																	
		isoleusiini	treoniini	lysiini	arginiini	A																																																																																																	
		metioniini	treoniini	lysiini	arginiini	G																																																																																																	
	G	valiini	alaniini	asparagiinihappo	glysiini	U																																																																																																	
		valiini	alaniini	asparagiinihappo	glysiini	C																																																																																																	
		valiini	alaniini	glutamiinihappo	glysiini	A																																																																																																	
		valiini	alaniini	glutamiinihappo	glysiini	G																																																																																																	
<p><b>Kompetenssit</b></p> <p>Syksy 2014 (tutkimus voi koskea mitä tahansa ydinsisältöä)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tieto tieteen tekemisestä</li></ul> <p>8. a) Mitkä vaiheet sisältyvät biologiseen tutkimukseen?</p> <p>b) Esitä esimerkki biologisesta tutkimuksesta, jossa nämä vaiheet toteutuvat.</p>																																																																																																						

Ydinsisällöistä molekyyleistä organismeihin -luokan koetehtävät käsittelevät monipuolisesti erilaisia aiheita, muun muassa biologisten rakenteiden nimeämistä, soluelimien tehtäviä, eliöryhmien rakenteita ja ravintoaineiden sekä energian saamiseen, muokkaamiseen ja hyödyntämiseen liittyviä tehtäviä. Molekyyleistä organismeihin -ydinalueen yleisesti esiintyneitä aiheita sekä ydinsisällöstä poimittu esimerkkitehtävä ovat Taulukossa 16.

**Taulukko 16.** Molekyyleistä organismeihin ydinalueen esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä (S 2011, tehtävä 5.)

<b>Molekyyleistä organismeihin: rakenteet ja prosessit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rakenteiden (solujen, elimien) nimeäminen</li> <li>• soluelimien tehtävät</li> <li>• eliöryhmät, luokittelu rakenteen perusteella</li> <li>• ravintoaineiden ja energian saaminen, muokkaaminen ja hyödyntäminen</li> </ul>
	5. Ihminen on tasalämpöinen. Mitä tasalämpöisyys tarkoittaa, ja miten sen säätely tapahtuu? Miten ruumiinlämmön nousu ja lasku vaikuttavat elintoimintoihimme?

Ekosysteemit -luokan kysymyksissä käsiteltiin sekä erilaisten ekosysteemien tyyppiesimerkkejä että muutoksia ekosysteemeissä. Myös ihmisen vaikutus, ympäristön muuttuminen ja ympäristömyrkyt esiintyivät kysymysten teemoina. Muut yleiset ekosysteemit-ydinalueen yleiset esimerkkiaiheet sekä esimerkkitehtävä ovat Taulukossa 17.

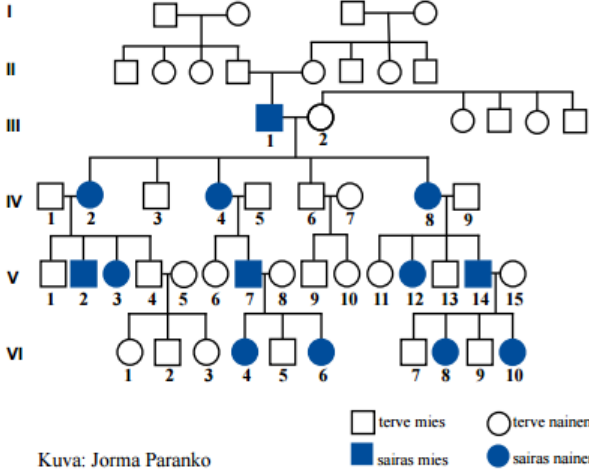
**Taulukko 17.** Ekosysteemit ydinalueen esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä (S 2013, tehtävä 2.)

<b>Ekosysteemit: vuorovaikutus, energia ja dynamiikka</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ympäristömyrkyt</li> <li>• metsäekosysteemin kehitysvaiheet</li> <li>• ekosysteemien tyyppilajisto ja ominaispiirteet</li> <li>• aineiden kierto</li> </ul>
	2. Tarkastele suomalaisen kuusimetsäekosysteemin kehitystä metsäpalon jälkeen a) pioneerivaiheessa, b) lehtimetsävaiheessa ja c) kliimaksivaiheessa.

Perinnöllisyys-luokan koetehtävät käsitelivät usein risteytyskaavioiden laadintaa ja tulkintaa sekä sairauksien perinnöllisyyteen liittyviä kysymyksiä sekä perinnöllisyyden vaikutuksia yksilöiden tai lajien ominaisuuksiin. Perinnöllisyys-ydinsisältöä käsittelevissä koetehtävissä esiintyneitä esimerkkiaiheita sekä esimerkkitehtävä ovat Taulukossa 18.

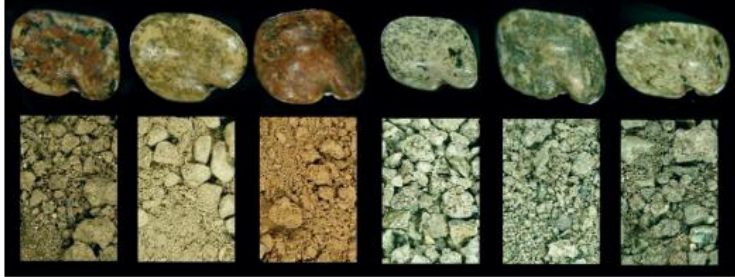


**Taulukko 18.** Perinnöllisyys ydinalueen esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä (K 2011, tehtävä 5.)

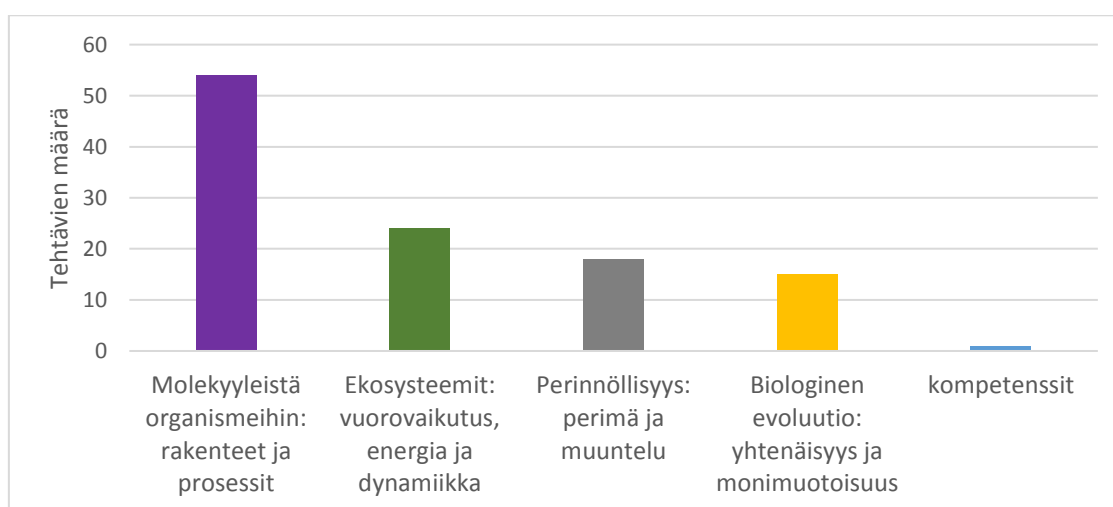
<p><b>Perinnöllisyys: perimä ja muuntelu</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• risteytyskaavioiden laadinta ja/tai tulkinta</li> <li>• tautien perinnöllisyyksien todennäköisyydet</li> <li>• perimän vaikutus ominaisuuksiin</li> </ul> <p>5. Kuva esittää sairauden periytymistä erään suvun sukupolvissa I–VI.</p> <p>a) Mikä selittää sairauden ilmaantumisen sukupolven III miehessä 1? (1 p.)</p> <p>b) Mikä on sairauden periytymistapa? Perustele vastauksesi. (2 p.)</p> <p>c) Jos sukupolven V henkilöt 1 ja 11 avioituisivat, millä todennäköisyydellä heidän saamansa tytön ja poikalapset olisivat sairaita? Perustele vastauksesi. (1 p.)</p> <p>d) Mitä geneettisiä ongelmia liittyy sukulaisavioliittoihin? (2 p.)</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Kuva: Jorma Paranko</p> <p>□ terve mies    ○ terve nainen ■ sairas mies    ● sairas nainen</p> </div> </div>
--	--

Biologisesta evoluutiosta eniten esiintyi lajiutumiseen, sopeutumiseen ja sopeumiin liittyviä aiheita sekä joitain evolutiivisiin aikakausiin liittyviä tehtäviä. Esimerkkiaiheissa käsiteltiin evoluutiota sekä erilaisten strategioiden näkökulmasta (esimerkiksi erilaiset lisääntymiskeinot) että populaatioiden ominaisuuksien näkökulmasta. Esimerkkiaiheita sekä esimerkkitehtävä ovat Taulukossa 19.

**Taulukko 19.** Biologinen evoluutio -ydinsisällön esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä (K 2015, tehtävä 4.)

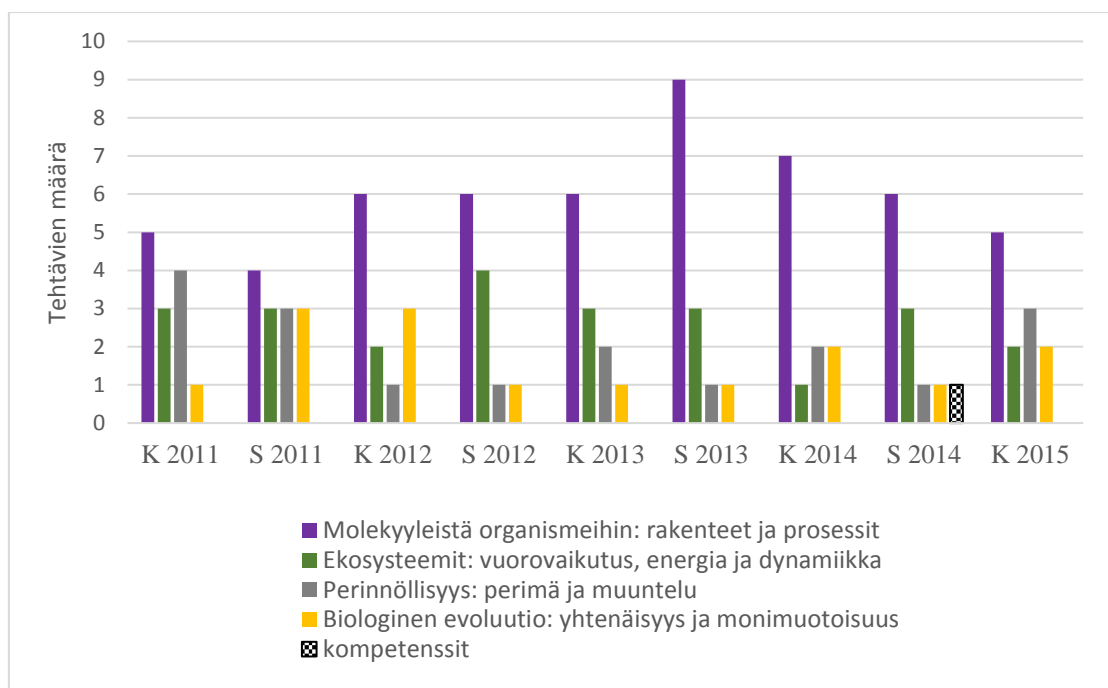
<b>Biologinen evoluutio: yhteneväisyys ja monimuotoisuus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• evoluution aikakaudet</li> <li>• sopeutuminen ja sopeumat</li> <li>• lajiutuminen</li> </ul> <p>4. Erään Kaliforniassa kasvavan hernekasvin (<i>Acmispon wrangelianus</i>) siementen väri, joka on määräytynyt perinnöllisesti, vaihtelee huomattavasti eri kasvupaikoilla esiintyvien populaatioiden välillä. Kussakin populaatiossa kasviyksilöiden tuottamien siementen väri muistuttaa kasvupaikan maaperän väriä (kuva alla). Tiedetään, että mm. linnut käyttävät tämän hernekasvin siemeniä ravintonaan.</p> <p>Mitkä tekijät voivat selittää tällaisen väri vaihtelun populaatioiden välillä? Mikä on kyseisen ilmiön evolutiivinen merkitys?</p> <div data-bbox="491 712 1337 1010">  </div> <p>Kuva: Porter S. S. 2013. New Phytologist 197:1311–1320.</p>
--	---

Koetehtävät jakautuivat ydinsisältöluokkiin epätasaisesti. Yli puolet tehtävistä käsittelevät luokkaa molekyyleistä organismeihin. Loput tehtävistä jakautuivat tasaisemmin ydinsisältöalueiden kesken, ekosysteemit-luokan sisältäen tehtäviä hieman muita enemmän. Koetehtävien määrät ydinsisältöalueittain ovat Kuviossa 5.



**Kuvio 5.** Kaikkien tutkittujen koetehtävien jakautuminen ydinsisältöihin.

Jokaisessa tutkintokerrassa oli vähintään yksi kysymys jokaisesta ydinsisältöalueesta. Kaikkein tasaisesti jokaista ydinsisältöaluetta oli testattu syksyn 2011 kokeessa. Koetehtävien jakautuminen ydinsisältöihin tutkintokertoittain on Kuviossa 6. Jokaisen koetehtävän ydinsisältöluokka on listattuna Liitteessä 3.



**Kuvio 6.** Ydinsisältöalueiden jakautuminen tutkintokertojen välillä. K = kevät, S = syksy. (S 2011 ja S 2013 n=12 yhdistelmäluokkien takia).

### 6.1.3 Tehtävien vaatimat tiedon- ja ajattelutaidon tasot

Koetehtävien kognitiiviset haasteet luokiteltiin uudistetun Bloomin taksonomian (Anderson 2001; Krathwohl 2002) mukaan tiedon- ja ajattelutaidon tasoille. Tiedon tasot jakautuvat faktatietoon, käsitetietoon, menetelmätietoon ja metakognitiiviseen tietoon. Ajattelutaidon tasot jakautuvat alemman ajattelutaidon vaatimukseen muistaa, ymmärtää ja soveltaa sekä korkeamman ajattelutaidon vaatimukseen analysoida, arvioida ja luoda.

Tiedon tasoista esiintyivät luokat faktatieto, käsitetieto ja menetelmätieto. Uudistetun taksonomian mukaista viimeistä luokkaa ”metakognitiivinen tieto” ei mitata koetehtävillä; kokelaan metakognitiivinen tieto vaikuttaa esimerkiksi opiskeluun, oppimiseen ja kokeessa toimimiseen, eikä se siksi esiinny koetehtävien luokissa.

Luokittelussa ilmeni joidenkin koetehtävien osatehtävien jakautuminen erikseen käsitetietoon ja menetelmätietoon. Koska menetelmätiedon osaaminen on todettu käsitetietoa heikommaksi (Kärnä ym. 2012), erotin yhdistävät tehtävät puhtaasti vain menetelmää mittaavista tehtävistä virheiden vähentämiseksi määrällisessä analyysissä. Tästä syystä muodostin käsitetietoa ja menetelmätietoa yhdistäville tehtäville yhdistelmäluokan ”käsite- ja menetelmätieto”. Taulukoissa 20 – 22 ovat kaikki havaitut luokat esimerkkiaiheineen ja -tehtävineen sekä vihreällä pohjalla esimerkkitehtävän perustelu tehtävän luokituksesta.

Faktatietoa mittaavissa tehtävissä kokelaan tuli tunnistaa erilaisia rakenteita solutasolta eliötasolle tai nimetä soluelimiä. Faktatietoa vaativat tehtävät sijoittuivat yleisesti kokeen alkupäähän. Tehtävien esimerkkiaiheet sekä esimerkkitehtävä ovat Taulukossa 20.

**Taulukko 20.** Faktatietoa vaativien tehtävien esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä (K 2013, tehtävä 1.).

Faktatieto	<ul style="list-style-type: none"><li>• soluelimien nimeäminen</li><li>• eliöiden rakenteiden tunnistaminen</li></ul>																																																			
<p>Tehtävän ratkaisemiseksi tarvitaan tietoa termeistä ja yksityiskohdista, laajempien rakenteiden yhteyttä ei tarvitse hallita</p>	<p>1. Mitkä alla olevan luettelon termit ja rakenteet liittyvät putkilokasviin, mitkä lakkisieneen ja mitkä molempiin? Kopioi seuraava taulukko vastauspaperiisi ja merkitse rastilla oikeat vaihtoehdot.</p> <table><tr><th>Termi tai rakenne</th><th>Putkilokasvi</th><th>Lakkisieni</th></tr><tr><td>soluseinä</td><td></td><td></td></tr><tr><td>selluloosa</td><td></td><td></td></tr><tr><td>kitiini</td><td></td><td></td></tr><tr><td>fotosynteesi</td><td></td><td></td></tr><tr><td>soluhengitys</td><td></td><td></td></tr><tr><td>juuri</td><td></td><td></td></tr><tr><td>johtojänne</td><td></td><td></td></tr><tr><td>nila</td><td></td><td></td></tr><tr><td>itiö</td><td></td><td></td></tr><tr><td>itiöemä</td><td></td><td></td></tr><tr><td>emi</td><td></td><td></td></tr><tr><td>autotrofia</td><td></td><td></td></tr><tr><td>heterotrofia</td><td></td><td></td></tr><tr><td>mykorritsa</td><td></td><td></td></tr><tr><td>silmu</td><td></td><td></td></tr><tr><td>ilmarako</td><td></td><td></td></tr></table>	Termi tai rakenne	Putkilokasvi	Lakkisieni	soluseinä			selluloosa			kitiini			fotosynteesi			soluhengitys			juuri			johtojänne			nila			itiö			itiöemä			emi			autotrofia			heterotrofia			mykorritsa			silmu			ilmarako		
Termi tai rakenne	Putkilokasvi	Lakkisieni																																																		
soluseinä																																																				
selluloosa																																																				
kitiini																																																				
fotosynteesi																																																				
soluhengitys																																																				
juuri																																																				
johtojänne																																																				
nila																																																				
itiö																																																				
itiöemä																																																				
emi																																																				
autotrofia																																																				
heterotrofia																																																				
mykorritsa																																																				
silmu																																																				
ilmarako																																																				

Käsitetietoa mittaavat tehtävät olivat hyvin monipuolisia sisältäen muun muassa käsitteiden määrittelyä ja käsiteparien vertailua. Käsitetietoa vaativissa tehtävissä kokelaan tuli osata perustella ja selittää biologisia tapahtumia. Käsite- ja menetelmätietoa yhdistävissä tehtävissä oli käsitetietoa mittaavan osatehtävän lisäksi vähintään yksi biologisten menetelmien hallintaa koskeva osatehtävä, jonka aiheena oli usein genetiikan tai evolutiivisen tutkimuksen valinta tai kokeellisten tulostaulukoiden tulkinta. Sekä käsitetietoa että käsite- ja menetelmätietoa yhdistävien tehtävien esimerkkiaiheet ja esimerkkitehtävät luokitteluperusteluineen ovat Taulukossa 21.

**Taulukko 21.** Käsitetietoa vaativien tehtävien esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä (K 2011, tehtävä 3.) sekä käsite- ja menetelmätietoa yhdistävien tehtävien esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä (S 2014, tehtävä 7.). Tiedon tason alla on perustelu esimerkkitehtävän luokittelusta.

<b>Käsitetieto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• käsitteiden määrittely ja vertailu</li> <li>• eliöiden rakenteiden tehtävät</li> </ul>
<i>Tehtävän ratkaisemiseksi tarvitaan tietoa biologian käsitteistä (valoreaktio, fotolyysi, pimeäreaktio ja hiilidioksidin sitominen) sekä niiden välisistä yhteyksistä.</i>	
3. Valoreaktio, veden hajoaminen (fotolyysi), pimeäreaktio ja hiilidioksidin sitominen ovat yhteyttämisen eli fotosynteesin tapahtumia. Miten ne liittyvät toisiinsa, ja mikä on niiden merkitys kasveille?	
<b>Käsite- ja menetelmätieto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osatehtävässä risteytyskaavion laadinta tai sairauden todennäköisyyden selvittäminen</li> <li>• osatehtävässä tulee selittää millä menetelmillä sukulaisuutta, lajiutumista tms. voidaan selvittää</li> </ul>
<i>a) -kohta vaatii menetelmätiedon hallintaa, b) -kohta käsitetietoa.</i>	
7. Pyykinpesuaineissa on proteiinipitoista likaa hajottavia entsyymejä (proteaaseja). a) Selitä, miten tuottaisit näitä entsyymejä geenitekniikan keinoin, kun käytössäsi on sopiva bakteeri ja proteaasia tuottavan entsyymigeenin cDNA. (4 p.) b) Mitä ominaisuuksia tällaiselta pesuaineesta käytettävältä proteaasilta vaaditaan? (2 p.)	

Menetelmätietoa vaativissa tehtävissä esiintyi yleisesti tulostaulukoiden tulkinta, risteytyskaavion laadinta tai tutkimusasetelmaan sopivan menetelmän valinta. Menetelmätietoa mittaavien tehtävien esimerkkiaiheita sekä varsinainen esimerkkikoetehtävä luokitteluperusteluineen ovat Taulukossa 22.





**Taulukko 22.** Menetelmätietoa vaativien tehtävien esimerkkiaiheita ja esimerkkitehtävä (S 2011, tehtävä 9.).

<b>Menetelmätieto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• risteytyskaavion laadinta</li> <li>• periytyvyyden todennäköisyyden määrittäminen</li> <li>• tulostaulukoiden ja kuvaajien tulkinta</li> </ul>
Tehtävän ratkaisemiseksi tulee tunkea menetelmän (mutaatiotutkimus) vaiheet sekä niiden käyttötarkoitus.	
<p>9. Oheinen kuva esittää erään perinnöllisen sairauden kartoitustutkimusta. Mitä mutaatiotutkimuksen vaiheita kohdat A–F kuvaavat, ja miksi eri vaiheet on suoritettu?</p> <p>Kuva: Jorma Paranko</p>	

Ajattelutaidon tasoista esiintyvät luokat muistaa, ymmärtää, soveltaa sekä arvioida. Analysoida ja luoda -luokkia ei esiintynyt lainkaan. Tehtävät, joissa esiintyi useampaan ajattelutaidon tasoon viittaavia piirteitä, luokiteltiin korkeimman esiintyneen ajattelutaidon tason mukaan. Seuraavassa esittelen tyypillisten piirteiden, esimerkkiaiheiden ja esimerkkitehtävien avulla ajattelutaidon tasot. Ajattelutaidon tasot on jaettu kahteen taulukkoon alemman kognitiivisen osaamisen taitojen (muistaa – soveltaa) ja korkeamman kognitiivisen osaamisen taitojen (analysoida – luoda) mukaan.

Muistamista vaativissa tehtävissä tehtävänanto oli lyhyt, tehtävä sijaitsi kokeen alkupäässä ja se koski soluelinten tai eliölajien nimeämistä tai tunnistamista. Ymmärtämistä mittaavissa tehtävissä vaadittiin käsitteiden kuvaamista, selittämistä ja perustelua sekä virheellisten väittämien korjaamista. Ymmärtämistä vaativat tehtävät olivat hyvin monipuolisia sekä tehtävätyypin että sisällön perusteella. Soveltamistehtäviin liittyi usein jokin ongelmanratkaisu, kokeellisen kuvaajan tulkinta tai risteytyskaavion laadinta. Soveltamistehtävät liittyivät usein kokeellisuuteen. Näiden alempien kognitiivisten osaamisen taitojen tyypilliset piirteet, esimerkkiaiheet sekä esimerkkitehtävät ovat Taulukossa 23.

**Taulukko 23.** Alempia kognitiivisen osaamisen taitoja vaativien tehtävien esimerkkiaiheet, tyypillisiä piirteitä sekä esimerkkitehtävät.

<b>Muistaa</b> (S 2013 tehtävä 1.)	Soluelimien nimeäminen Eliölaajien tunnistaminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>tehtävänanto lyhyt</li> <li>sisältää valmiita taulukoita tai kuvia</li> <li>tehtävä sijaitsee kokeen alkupäässä</li> </ul>
<p>1. a) Mihin eläinkunnan pääjaksoihin kuvien 1–4 eläimet kuuluvat? (4 p.)  b) Mikä eläinkunnan pääjakso on lajimäärältään suurin? (1 p.)  c) Mainitse jokin eläinkunnan pääjakso, jonka kaikki edustajat elävät vain merissä. (1 p.)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>Kuva 1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Kuva 2</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>Kuva 3</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Kuva 4</p> </div> </div> <p>Kuvat 1 ja 4: Juhani Terhivuo, kuva 2: &lt;<a href="http://www.biopix.com/">http://www.biopix.com/</a>&gt;, kuva 3: &lt;<a href="http://www.scuba-equipment-usa.com/">http://www.scuba-equipment-usa.com/</a>&gt;. Luettu 12.8.2012.</p>		
<b>Ymmärtää</b> (S 2013 tehtävä 2.)	Käsitteiden selittäminen Esimerkkien antaminen ja perusteleminen Käsitteiden vertailu Rakenteiden toiminnan kuvailu Virheellisten väittämien korjaaminen	Yleisiä kysymyssanoja: <ul style="list-style-type: none"> <li>millainen (on)</li> <li>mistä (johtuu)</li> <li>mitä (tarkoittaa)</li> </ul>
<p>2. Tarkastele suomalaisen kuusimetsäekosysteemin kehitystä metsäpalon jälkeen</p> <p>a) pioneerivaiheessa,  b) lehtimetsävaiheessa ja  c) kliimaksivaiheessa.</p>		
<b>Soveltaa</b> (S 2011 tehtävä 6.)	Kuvaajien soveltaminen uuteen yhteyteen Ongelmanratkaisutehtävät Risteytyskaavioiden laadinta	<ul style="list-style-type: none"> <li>kokeelliset tehtävät</li> <li>risteytyskaaviot</li> </ul>
<p>6. Taudin aiheuttaa resessiivinen, sukupuoleen sitoutunut alleeli. Millä todennäköisyydellä tauti periytyy lapsille seuraavissa tapauksissa? Perustele vastauksesi.</p> <p>a) Isä on sairas ja äiti terve, mutta äidinisä sairastaa tautia.  b) Isä ja äiti ovat terveitä, mutta äidinäiti sairastaa tautia.</p>		

Korkeamman kognitiivisten taitojen osaamista mitattiin ainoastaan arviointia vaativissa tehtävissä. Arvioinnilla testattiin menetelmien hyvien ja huonojen puolien hallintaa, menetelmän soveltuvuutta tai käsitteiden soveltuvuutta annetun ongelman ratkaisuun. Arviointitehtävien esimerkkiaiheita, tyypillisiä piirteitä sekä esimerkkitehtävät ovat Taulukossa 24.



**Taulukko 24.** Arviointitehtävien esimerkkiaiheet, tyypillisiä piirteitä sekä esimerkkitehtävä (S 2011 tehtävä 7.).

<b>Arvioida</b> (S 2011, tehtävä 7.)	Hyvien ja huonojen puolien arvioiminen Menetelmän soveltuvuuden arviointi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menetelmätehtävät</li> <li>• käsitteiden soveltuvuus annettuun ongelmaan</li> </ul>
7. Mitkä ovat luonnonmukaisen (luomu) kasvintuotannon edut ja ongelmat?		

Koetehtävien jakautuminen tiedon- ja ajattelutaitojen tasoille ei ollut tasaista. Taulukossa 25 tarkastellaan koetehtävien jakaumaa tiedon- ja ajattelutaitojen tasoihin. Tiedon tasoista 76 tehtävää 108:sta käsitteli käsitetietoa, menetelmätietoa vaadittiin 20 tehtävässä ja faktatietoa vain neljässä. Ajattelutaidon tasoista 80 tehtävää 108:sta vaati korkeintaan ymmärtämistä, soveltamisen taitoa tarvittiin 19 tehtävässä ja arviointia vaadittiin viidessä tehtävässä. Tehtäviä, joissa vaadittiin vain muistamista, oli neljä.

Suurin osa kaikista tehtävistä mittasi käsitetiedon ymmärtämistä (68 tehtävää). Seuraavaksi suurimmat luokat olivat menetelmätiedon soveltamista (11 kpl) ja menetelmätiedon ymmärtämistä (8 kpl) mittaavat tehtävät. Käsitetiedon soveltamista ja arvioimista mitattiin molempia neljässä tehtävässä. Menetelmätiedon arviointia mittaavia tehtäviä oli yksi. Taulukkoon 25 on koottu tehtävien määrät tiedon- ja ajattelutaidon tasoilta. Varsinaisten koetehtävien tehtäväkohtaiset luokittelut koekertojen mukaan ovat Liitteessä 4.

**Taulukko 25.** Koetehtävien määrät tiedon- ja ajattelutaidon tasoilla.

		Ajattelutaidon tasot				Yhteensä
		muistaa	ymmärtää	soveltaa	arvioida	
Tiedon tasot	Faktatieto	4	-	-	-	4
	Käsitetieto	-	68	4	4	76
	Käsite- & menetelmätieto	-	4	4	-	8
	Menetelmätieto	-	8	11	1	20
	Yhteensä	4	80	19	5	108

#### 6.1.4 Tehtävätyyppien sekä tiedon- ja ajattelutaidon tasojen jakautuminen ydinsisältöalueisiin

##### Ydinsisältöjen tehtävätyypit

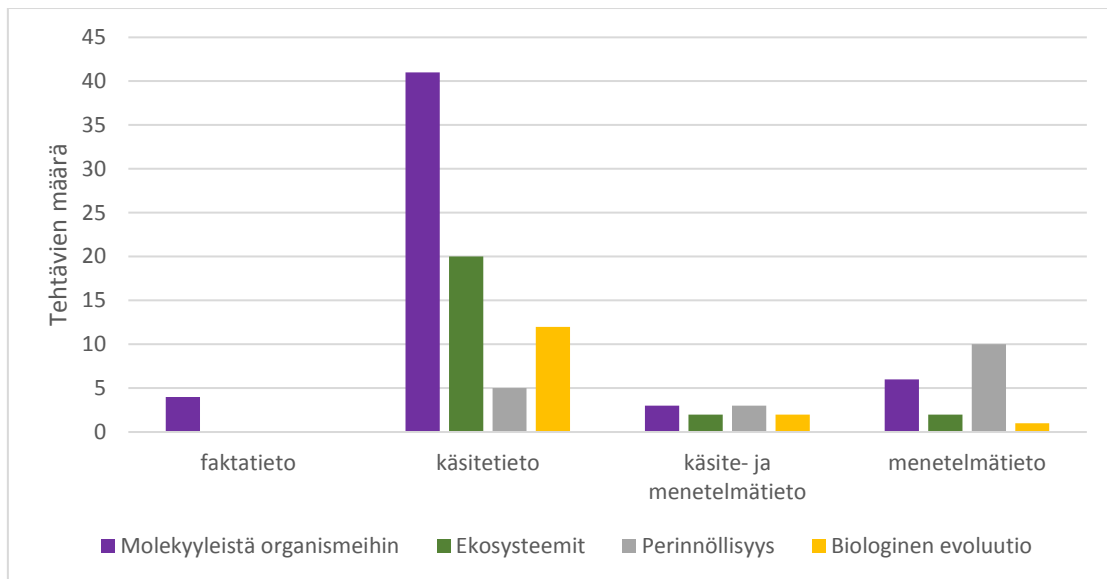
Valintatehtäviä oli ainoastaan molekyyleistä organismeihin -ydinsisältöalueella. Valinta- ja suppeita tehtäviä yhdistäviä tehtäviä esiintyi sekä evoluutio- että molekyyleistä organismeihin –ydinsisällöissä. Molekyyleistä organismeihin -ydinsisältöalueen tehtävistä suurin osa oli suppeita tuottamistehtäviä. Ekosysteemit sekä evoluutio –ydinsisältöalueilla suppeita tuotostehtäviä ja suorituskeskeisiä tehtäviä oli yhtä paljon, perinnöllisyys-ydinsisältöalueella suorituskeskeisiä tehtäviä hieman suppeita tuotostehtäviä enemmän. Ydinsisältöjen koetehtävien määrät tehtävätyyppien mukaan jaettuna on Taulukossa 26.

**Taulukko 26.** Tehtävätyyppien määrät ydinsisältöalueissa.

Ydinsisältöalue	valintatehtävä	valinta- ja suppea tuotos	suppea tuotos	suorituskeskeinen tehtävä
<b>Molekyyleistä organismeihin</b>	2	1	29	22
<b>Ekosysteemit</b>	-	-	12	12
<b>Perinnöllisyys</b>	-	-	8	10
<b>Evoluutio</b>	-	1	7	7

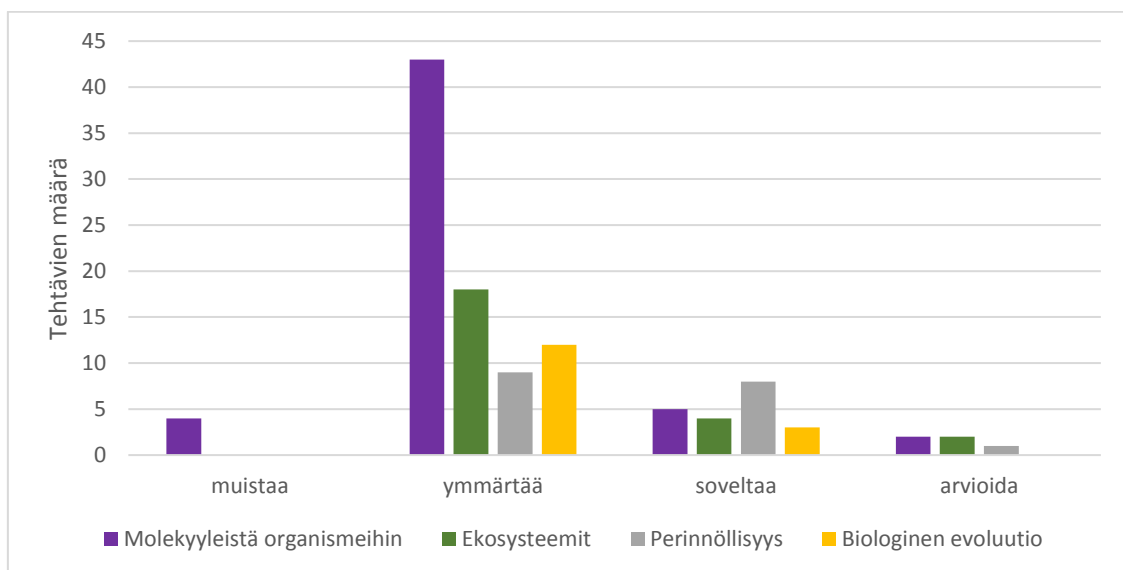
##### Tiedon- ja ajattelutaidon tasot ydinsisältöalueissa

Faktatietoa vaativia tehtäviä oli ainoastaan molekyyleistä organismeihin ydinsisältöalueella. Perinnöllisyys-ydinsisällön tehtävistä suurin osa oli menetelmätietoa vaativia tehtäviä, muissa ydinsisällöissä eniten vaadittiin käsitetiedon hallintaa. Käsite- ja menetelmätietoa yhdistäviä tehtäviä oli muutamia jokaisessa ydinsisältöalueessa. Ydinsisältöalueiden koetehtävien määrät tiedon tasojen mukaan ovat Kuviossa 7.



**Kuvio 7.** Tehtävien määrät ydinsisältöalueiden tiedon tasojen mukaan.

Muistamista vaativia tehtäviä oli ainoastaan molekyyleistä organismeihin - ydinsisältöalueen tehtävissä. Kaikkien ydinsisältöalueiden tehtävissä painotettiin ymmärtämistä. Soveltamistehtävistä suurin osa oli perinnöllisyys-ydinsisältöalueen tehtäviä. Arviointitehtävissä ei ollut lainkaan evoluutio-aiheisia tehtäviä. Ydinsisältöalueiden koetehtävien määrät ajattelutaidon tasojen mukaan ovat Kuviossa 8.



**Kuvio 8.** Tehtävien määrä ydinsisältöalueiden ajattelutaidon tasojen mukaan.

## 6.2 Osaaminen biologian ylioppilaskokeissa

Osaamista selittäviä tekijöitä eli eri luokkien vaikutusta tehtävistä saatuihin pistemääriin sekä tutkintokerran yhteyttä kokelaan kokonaispistemääriin tutkittiin varianssianalyysillä. Seuraavassa esittelen osaamista selittäneitä tekijöitä yleisesti, joista poimin tilastollisesti merkitsevät tulokset jatkotarkasteluun. Jatkotarkasteluun päätyvien tekijöiden vaikutuksia kuvataan tulosten edetessä tutkimuskysymysten ohjaamassa järjestyksessä.

Kaikilla tutkituilla kokonaisarvosanaa selittävillä tekijöillä (tutkintokerta, vuodenaika) sekä tehtäväkohtaisia pisteitä selittävillä tekijöillä (sukupuoli sekä laadullisen analyysin luokat: tehtävätyyppi, ydinsisältö ja tiedon- sekä ajattelutaidon tasot) oli yksinään erittäin merkitsevä vaikutus pistemääriin. Suurimmat selittävät tekijät olivat tutkintokerta ja vuodenaika (Taulukon 28 ylimmät rivit), joissa myös efektin koot olivat tutkituista luokista suurimmat. Laadullisesti tutkituista luokista kaikkein suurimmat pistemäärää selittävät tekijät olivat tehtävätyyppi ja ajattelutaidon tasot, näiden yhdysvaikutuksen noustessa kaikista yhdysvaikutuksista suurimmaksi. Tutkituista laadullisista luokista pienin pistemäärää selittävä tekijä oli tiedon tasot, muista tutkituista luokista sukupuoli selitti tehtävien pistemääriä vähiten, vaikka molemmat olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä.

Sukupuolella oli erittäin merkitsevä yhdysvaikutus pistemäärään tehtävätyypin kanssa, yhdysvaikutus oli merkitsevä ajattelutaidon tason ja melkein merkitsevä tiedon tason kanssa. Sukupuolella ja ydinsisältöalueella ei ollut yhdysvaikutusta. Muissa kahden luokan yhteistarkasteluissa on erittäin merkitsevät yhdysvaikutukset ja efektin koko näkyvä. Koska ajattelutaidon- ja tiedon tasoilla on erittäin merkitsevä yhdysvaikutus ja niitä voidaan tarkastella kaksiulotteisesti (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002), käsitellään näitä tuonnempana samassa kappaleessa.

Kolmen luokan yhdysvaikutuksista merkitseviä olivat sukupuolen ja ydinsisältöalueiden selittävyys sekä ajattelutaidon tason että tiedon tason kanssa. Koska tiedon- ja ajattelutaidon tasot on luontevaa niputtaa yhteen, ja

niiden välillä on yhdysvaikutus sukupuolen ja ydinsisältöalueiden kanssa erikseen sekä lähes merkitsevä yhdysvaikutus neljänä tekijänä, käsitellään ydinsisältöalueiden tiedon- ja ajattelutaidon tasojen osaamista sukupuolen mukaan kappaleessa 6.4.5. Kaikki yksittäiset selittävät tekijät sekä tekijöiden yhdysvaikutukset ovat Taulukossa 27.

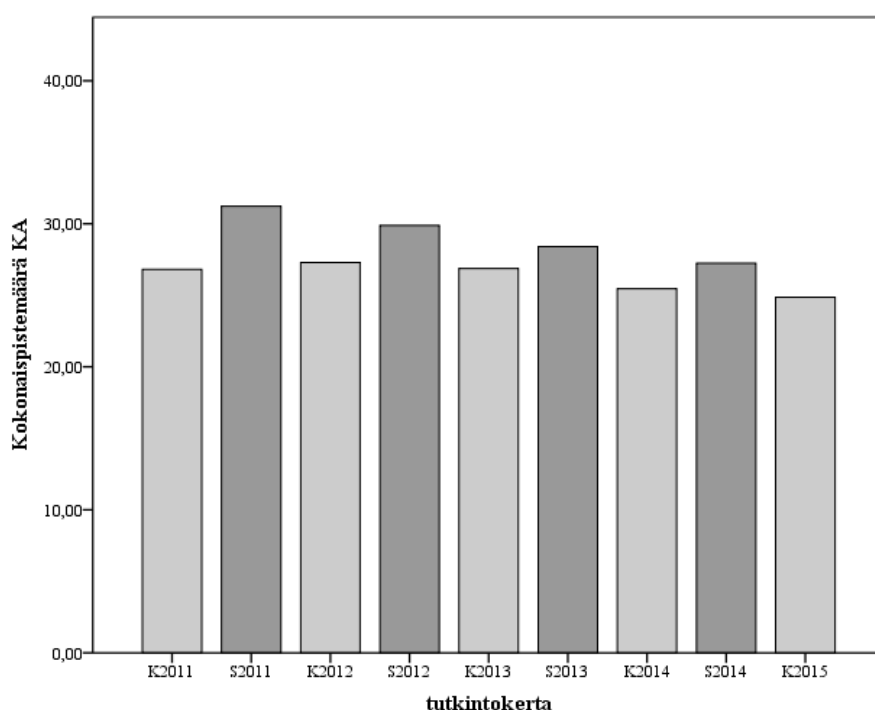
**Taulukko 27.** Kokeen kokonaispistemäärää selittävät tekijät sekä yksittäisten tehtävien pistemäärää selittävät tekijät yhdysvaikutuksineen. Tilastollisesti erittäin merkitsevät tulokset on korostettu vihreällä.

Kokonaisarvosanaa selittävät tekijät	df	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Tutkintokerta	8	1679,86	0.000	0.037
Vuodenaika	1	7191,90	0.000	0.020
Tehtävän pistemäärää selittävät tekijät	df	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Sukupuoli	1	197.32	0.000	0.001
Tehtävätyyppi	3	810.47	0.000	0.011
Ydinsisältö	3	130.33	0.000	0.002
Ajattelutaidon taso	2	356.84	0.000	0.003
Tiedon taso	2	32.86	0.000	0.000
Sukupuoli * Tehtävätyyppi	3	12.21	0.000	0.000
Sukupuoli * Ajattelutaidon taso	2	6.43	0.002	0.000
Sukupuoli * Tiedon taso	2	4.08	0.017	0.000
Sukupuoli * Ydinsisältöalue	3	1.48	0.218	0.000
Tehtävätyyppi * Ajattelutaidon taso	1	663.72	0.000	0.003
Tehtävätyyppi * Tiedon taso	1	515.88	0.000	0.002
Tehtävätyyppi * Ydinsisältöalue	4	149.66	0.000	0.004
Ajattelutaidon taso * Tiedon taso	1	270.91	0.000	0.001
Ajattelutaidon taso * Ydinsisältöalue	4	241.02	0.000	0.004
Tiedon taso * Ydinsisältöalue	6	276.63	0.000	0.007
Sukupuoli * Tehtävätyyppi * Ajattelutaidon taso	1	0.02	0.887	0.000
Sukupuoli * Tehtävätyyppi * Tiedon taso	1	0.02	0.895	0.000
Sukupuoli * Tehtävätyyppi * Ydinsisältöalue	4	2.06	0.083	0.000
Sukupuoli * Ajattelutaidot * Tiedon taso	1	0.16	0.693	0.000
Sukupuoli * Ajattelutaidon tasot * Ydinsisältöalue	4	9.33	0.000	0.000
Sukupuoli * Tiedon taso * Ydinsisältöalue	6	6.66	0.000	0.000
Ajattelutaidon taso * Tiedon taso * Ydinsisältöalue	1	7.17	0.007	0.000
Sukupuoli * Ajattelutaidon tasot * Tiedon taso * Ydinsisältöalue	1	4.09	0.043	0.000

df = vapausasteet, *F* = testisuureen arvo, *p* = merkitsevyystaso (*p* < 0.001 erittäin merkitsevä, *p* < 0.01 merkitsevä, *p* < 0.05 melkein merkitsevä),  $\eta_p^2$  = osittais-etan neliö (efektin koko)

### 6.2.1 Yleinen osaaminen eri koekerroilla

Tutkintokertojen sekä vuodenaikojen välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä vaikutus kokonaispistemääriin (kts. Taulukko 27). Lähempi kokonaispistemäärien tarkastelu osoitti, että keskiarvo oli jokaisella syksyn tutkintokerralla kevään keskiarvoa suurempi. Pistemäärien keskiarvot ovat laskeneet koko tutkimusajankohdan aikana, kun vertaa keväiden ja syksyjen keskiarvoja toisiinsa. Tutkintokertojen kokonaispistemäärien keskiarvot ovat Kuviossa 9.



**Kuvio 9.** Kokonaispistemäärien keskiarvon vaihtelu tutkintokertojen välillä. Kevään keskiarvot on ilmaistu vaaleammalla sävyllä syksyn keskiarvoihin nähden.

Vaikka tutkintokerrat ja vuodenaajat vaikuttavat kokeiden keskiarvoihin voimakkaimmin, on tässä työssä pääasiana tutkia kokeiden tehtävien ominaisuuksia, ei yksittäisten kokeiden ominaisuuksia. Tästä syystä tutkintokertojen sekä vuodenaikojen välisiin vaihteluihin ei tartuta tässä työssä tämän tarkemmalla tilastollisella tasolla.

### 6.2.2 Tehtävätyyppi osaamista selittävänä tekijänä

Tehtävätyypin selittävyys tehtävästä saatuun pistemäärään oli varianssianalyysillä tutkittuna erittäin merkitsevä (kts. Taulukko 27). Valintatehtävien keskiarvo oli kaikkein korkein ja suurin osa kaikista kokelaista oli vastannut niihin. Matalin keskiarvo oli valintatehtäviä ja suppeita tuotostehtäviä yhdistävissä tehtävissä. Valintatehtävien jälkeen korkein pistemäärä oli suppeilla tuotostehtävillä. Suorituskeskeisiä tehtäviä oli valittu kaikkein vähiten ja niissä hajonta oli kaikkein suurinta. Tehtävistä saadut keskiarvot ja tehtäviin vastanneiden prosenttiosuudet ovat Taulukossa 28.

**Taulukko 28.** Tehtävätyyppien osaaminen keskiarvoina sekä suosio valintaprosentteina.

Kaikki kokelaat			
	KA	SD	valintaprosentti
Valintatehtävä	4.18	1.18	96.5 %
Valinta & suppea tuotos	3.26	1.44	88.4 %
Suppea tuotos	3.55	1.54	70.1 %
Suorituskeskeinen tehtävä	3.45	1.77	58.4 %

KA = keskiarvo, SD = keskihajonta

### 6.2.3 Ydinsisältöalueiden osaaminen

Ydinsisältöalueen selittävyys tehtävän pistemäärään oli erittäin merkitsevä (kts. Taulukko 27). Paras keskiarvo oli ydinsisältöalueella biologinen evoluutio ja heikoimmat ydinsisältöalueissa ekosysteemit sekä molekyyleistä organismeihin. Ydinsisältöalueiden tehtävistä eniten oli valittu biologinen evoluutio –ydinsisältöalueen tehtäviä ja kaikkein vähiten perinnöllisyys–alueen tehtäviä, jossa myös hajonta oli suurinta. Ydinsisältöalueiden keskiarvot ja valintaprosentit ovat Taulukossa 29.

**Taulukko 29.** Ydinsisältöalueiden osaaminen keskiarvoina sekä suosio valintaprosentteina.

Kaikki kokelaat			
	KA	SD	valintaprosentti
Molekyyleistä organismeihin	3.48	1.61	65.4 %
Ekosysteemit	3.47	1.52	63.2 %
Perinnöllisyys	3.55	1.87	62.9 %
Biologinen evoluutio	3.67	1.66	73.1 %

KA = keskiarvo, SD = keskihajonta

#### 6.2.4 Tiedon- ja ajattelutaidon tasojen osaaminen

Tiedon tasojen sekä ajattelutaidon tasojen yhdysvaikutus oli erittäin merkittävästi yhteydessä tehtävästä saatuun pistemäärään (kts. Taulukko 27). Tästä johtuen tehtävien tiedon- ja ajattelutaidon tasoja tarkastellaan kaksiulotteisesti, ei erikseen tiedon tasojen ja ajattelutaidon tasojen mukaan.

Tiedon tasoista käsitetietoa osattiin soveltaa lähes yhtä hyvin kuin sitä ymmärrettiin. Käsitetiedon arviointi sitä vastoin oli hyvin korkea, kun kaikki arviointitehtävät laskettiin yhteen (Taulukko 30; Käsite Arvioida •). Käsitetiedon arviointia osattiin kuitenkin keskimäärin yhtä hyvin kuin käsitetiedon ymmärtämistä ja soveltamista, kun käsitteen arviointitehtävistä tarkasteltiin vain tavallisia (ei jokeri) tehtäviä (Taulukko 30; Käsite Arvioida ••). Tämä tarkastelutapa on järkevä, sillä ”käsitetiedon arviointi” –tehtävissä oli epätavallisen suuri osuus keskiarvoa vääristäviä jokeritehtäviä.

Käsite- ja menetelmätietoa yhdistävissä soveltamista vaativissa tehtävissä keskiarvo oli korkeampi kuin yhdistelmätehtävätyypin ymmärtämistä vaativissa tehtävissä. Puhtaasti menetelmätietoa mittaavia tehtäviä osattiin soveltaa paremmin kuin niitä ymmärrettiin, mutta menetelmätiedon arviointia vaativissa tehtävissä osaaminen oli kaikkein heikointa.

Käsitetiedon valintaan ajattelutaidon vaatimus vaikuttaa hyvin vähän. Menetelmätiedon soveltamista mittaaviin tehtäviin vastattiin huomattavasti enemmän kuin menetelmätiedon ymmärtämistä tai arvioimista vaativiin tehtäviin. Jokaisen tiedon tason luokista eniten oli valittu soveltamista vaativia tehtäviä. Kaikkein pienin valintaprosentti oli menetelmätiedon arviointia mittaavissa tehtävissä. Taulukossa 30 on koottuna sekä tiedon- ja ajattelutaidon tasojen keskiarvot että tehtävien valintaprosenttiosuudet.



**Taulukko 30.** Tiedon ja ajattelutaitojen haasteiden osaaminen keskiarvoina sekä suosio valintaprosentteina.

Tiedon taso	Ajattelutaidon taso	KA	SD	Valintaprosentti
Faktatieto	Muistaa	3.49	1.69	74.0 %
Käsitetieto	Ymmärtää	3.47	1.62	67.1 %
	Soveltaa	3.42	1.45	70.6 %
	Arvioida •	4.05	1.58	67.7 %
	<b>Arvioida ••</b>	<b>3.48</b>	<b>1.23</b>	
Käsite- + menetelmätieto	Ymmärtää	3.48	1.44	59.7 %
	Soveltaa	3.69	1.40	84.2 %
Menetelmätieto	Ymmärtää	3.38	1.63	41.1 %
	Soveltaa	3.68	1.86	65.0 %
	Arvioida	2.83	1.15	36.7 %

KA = keskiarvo, SD = keskihajonta

• käsitetiedon arviointia vaativista tehtävistä puolet olivat jokeritehtäviä, joissa pistemäärä on korkeampi kuin muissa tehtävissä. •• merkitty ”käsitetieto – arvioida” on laskettu ainoastaan tavallisista 6 p. käsitetiedon arviointi -tehtävistä. Kaikissa muissa tutkituissa luokissa jokeritehtävien osuus on alhainen, eikä vastaavanlaista vääristymää synny.

### 6.3 Ydinsisältöalueiden erot tehtävätyyppien sekä tiedon- ja ajattelutaidon tasojen osaamisessa

Ydinsisältöalueiden selittävyys tehtävien osaamiseen oli tilastollisesti erittäin merkitsevä, jonka takia ydinsisältöalueiden aiheita tulee tarkastella erillään. Tehtävätyypin selitys ydinsisältöalueen osaamiseen oli erittäin merkitsevä, ja tiedon- sekä ajattelutaidon tasoilla oli erittäin merkitsevä yhdysvaikutus ydinsisältöalueen osaamiseen. Tiedon- ja ajattelutaidon yhdysvaikutuksen takia ydinsisältöalueiden osaamista tulee tarkastella jokaisen ydinsisältöalueen osalta tiedon- ja ajattelutaidon tasojen mukaan kaksiulotteisesti. Tilastolliset merkitsevyydet sekä niiden yhdysvaikutukset ovat Taulukossa 27.

#### 6.3.1 Tehtävätyypit ydinsisältöalueiden osaamista selittävänä tekijänä

Keskiarvot olivat sitä suurempia mitä haastavammasta tehtävätyypistä oli kyse muissa, paitsi valintaa ja suppeaa tuotosta yhdistävissä tehtävissä, joissa keskiarvo oli kaikissa ydinsisällöissä matalin. Biologinen evoluutio -ydinsisällön tehtävissä oli kaikkein korkeimmat keskiarvot jokaisen tehtävätyypin kohdalla. Suppean tuotoksen sekä valinta ja suppea tuotos –yhdistelmätehtävien

keskiarvot olivat matalimmat molekyyleistä organismeihin ydinsisältöalueella. Suorituskeskeisten tehtävien keskiarvo oli matalin ekosysteemit-ydinsisältöalueella. Keskihajonta oli sitä korkeampi mitä haastavampi tehtävätyyppi oli kyseessä (poikkeuksena biologinen evoluutio -ydinsisällön valinta ja suppea tuotos –yhdistelmätehtävät, joissa hajonta oli koko biologinen evoluutio -ydinsisällön matalin) (Taulukko 31).

**Taulukko 31.** Tehtävätyypin vaikutus tehtävän keskiarvoon ydinsisältöalueittain.

Ydinalueet	tehtävätyyppi	KA	SD
molekyyleistä organismeihin	valintatehtävä	4.18	1.18
	suppea tuotos	3.45	1.52
	valinta ja suppea tuotos	3.05	1.52
	suorituskeskeinen tehtävä	3.44	1.76
ekosysteemit	suppea tuotos	3.59	1.42
	suorituskeskeinen tehtävä	3.33	1.62
perinnöllisyys	suppea tuotos	3.67	1.80
	suorituskeskeinen tehtävä	3.47	1.92
biologinen evoluutio	suppea tuotos	3.72	1.59
	valinta ja suppea tuotos	3.46	1.33
	suorituskeskeinen tehtävä	3.63	1.80

### 6.3.2 Tiedon- ja ajattelutaidon tasot ydinsisältöalueen osaamisen selittäjinä

**Molekyyleistä organismeihin** -ydinsisällöstä parhaiten oli osattu käsitetiedon arviointia ja heikoiten menetelmätiedon arviointia vaativia tehtäviä. **Ekosysteemit**-ydinsisältöalueen korkein keskiarvo oli käsitetiedon arviointia vaativissa tehtävissä ja matalin keskiarvo menetelmätiedon soveltamista mittaavissa tehtävissä. Käsitetietoa osattiin sitä paremmin mitä korkeammasta ajattelutaidon tasosta oli kyse, samoin käsite- ja menetelmätietoa yhdistävissä ekosysteemit-tehtävissä. **Perinnöllisyys**-ydinsisällön tehtävissä korkein keskiarvo oli käsitetiedon arviointitehtävissä ja heikoin menetelmätiedon ymmärtämistä mittaavissa tehtävissä. Menetelmätiedon soveltaminen sitä vastoin oli erittäin korkea, korkeampi kuin menetelmätiedon ymmärtäminen, muista ydinsisältöalueista poiketen. **Biologista evoluutiota** käsittelevissä

tehtävissä keskiarvot olivat sitä korkeampia mitä alemmasta ajattelutaidon tasosta oli kyse. Menetelmätietoa osattiin soveltaa paremmin kuin käsitetietoa. Käsite- ja menetelmätietoa yhdistävien, ymmärtämistä vaativien, tehtävien keskiarvo oli kaikkein korkein, käsitetiedon soveltamista mittaavien evoluutio- tehtävien kaikkein matalin.

Käsitetietoa oli ymmärretty parhaiten evoluutioaiheisissa tehtävissä. Biologisen evoluution käsitetiedon soveltaminen oli puolestaan kaikkein heikointa. Menetelmätiedon ymmärtäminen oli korkeinta molekyyleistä organismeihin- ydinsisällössä ja kaikkein heikointa perinnöllisyys-ydinsisällön tehtävissä. Menetelmätiedon soveltamista oli osattu parhaiten perinnöllisyys- ja heikoiten ekosysteemit -ydinsisällöissä. Käsitetiedon ymmärtäminen sekä arvioiminen olivat kaikkein tasaisimpia ydinsisältöluokkien välillä. Hajontaa ydinsisältöjen välillä oli eniten käsite- ja menetelmätietoa yhdistävissä tehtävissä sekä menetelmätiedon ymmärtämistä ja soveltamista vaativissa tehtävissä. Keskiarvolta heikoimmiksi, alle kolmen, jäivät luokat perinnöllisyyden menetelmätiedon ymmärtäminen, evoluution käsitetiedon soveltaminen ja molekyyleistä organismeihin -tehtävien menetelmätiedon arviointi. Kaikki tiedon- ja ajattelutaidon tasojen keskiarvot ja hajonnat ydinsisältöalueittain ovat Taulukossa 32.

**Taulukko 32.** Tiedon- ja ajattelutaidon tasojen osaaminen keskiarvoina ydinsisältöalueiden mukaan jaettuna. Tyhjiä solujen luokista ei esiintynyt lainkaan tehtäviä.

Tiedon taso	Ajattelutaidon taso	Molekyyleistä organismeihin		Ekosysteemit		Perinnöllisyys		Biologinen evoluutio	
		KA	SD	KA	SD	KA	SD	KA	SD
Faktatieto	Muistaa	3.49	1.69						
Käsitetieto	Ymmärtää	3.45	1.62	3.36	1.50	3.38	1.60	3.71	1.77
	Soveltaa	3.60	1.46	3.63	1.38			2.74	1.34
	Arvioida	4.07	1.11	4.05	1.63	4.03	1.69		
Käsite- + menetelmätieto	Ymmärtää	3.13	1.44	3.22	1.52			4.03	1.16
	Soveltaa	3.85	1.30	4.21	1.08	3.20	1.62	3.59	1.30
Menetelmätieto	Ymmärtää	3.83	1.71	3.57	1.70	2.70	1.41		
	Soveltaa	3.50	1.39	3.05	1.26	3.79	2.07	3.70	1.24
	Arvioida	2.83	1.15						

KA = keskiarvo, SD = keskihajonta

## 6.4 Sukupuoli selittävänä tekijänä

### 6.4.1 Tehtävätyypeissä onnistuminen ja tehtävätyyppien suosio sukupuolten mukaan

Tehtävätyypin ja sukupuolen välillä oli yhdysvaikutus tehtävän pistemäärään (kts. Taulukko 27). Kaikissa tehtävätyypeissä tytöillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevästi paremmat pistemäärät poikien pistemääriin verrattuna. Matalin keskiarvo ja suurin keskihajonta olivat valintatehtäviä ja suppeita tuotostehtäviä yhdistävissä tehtävissä, joissa myös tyttöjen ja poikien ero keskiarvoissa oli suurin. Tehtävätyyppien keskiarvot sukupuolittain sekä tilastolliset merkitsevyydet ovat Taulukossa 33.

**Taulukko 33.** Sukupuolten erot tehtävätyyppien osaamisessa. Sukupuolten keskiarvot sekä keskiarvojen erojen tilastolliset merkitsevyydet.

Tehtävätyyppi		KA	SD	<i>t</i>	df	<i>p</i>	Cohenin <i>d</i>
Valintatehtävä	pojat	4.10	1.22	-3.39	3218.80	0.001	-0.12
	tytöt	4.22	1.14				
Valinta & suppea tuotos	pojat	3.00	1.40	-8.63	2884.15	0.000	-0.32
	tytöt	3.39	1.44				
Suppea tuotos	pojat	3.48	1.56	-11.60	83736.05	0.000	-0.08
	tytöt	3.59	1.54				
Suorituskeskeinen tehtävä	pojat	3.31	1.50	-16.53	93698.00	0.000	-0.11
	tytöt	3.51	1.42				

KA = keskiarvo, SD = keskihajonta, *t* = *t*-testin arvo, df = vapausasteet, *p* = merkitsevyytaso (< 0.001 erittäin merkitsevä) Cohenin *d* = efekतिकoko

Tehtävien suosio valintaprosentin mukaan vaihteli niin, että lähes kaikki kokelaat olivat vastanneet valintatehtäviin, tilastollisesti erittäin merkitsevästi suurempi osa pojista kuin tytöistä. Valintaa ja suppeaa tuotosta yhdistäviin tehtäviin oli vastannut yhtä suuri osa pojista ja tytöistä. Pojista tilastollisesti erittäin merkitsevästi useampi oli valinnut suppeita tuotostehtäviä, kun taas tytöistä tilastollisesti erittäin merkitsevästi useampi oli valinnut suorituskeskeisiä tehtäviä. Tehtävätyyppien valintaerot sukupuolten välillä ovat Taulukossa 34.

**Taulukko 34.** Tehtävätyyppien suosio valintaprosentteina sukupuolten välillä sekä sukupuolten välisten valintojen erojen tilastollinen merkitsevyys.

Tehtävätyyppi		valintaprosentti	$\chi^2$	$p$
Valintatehtävä	pojat	97.7 %	10.51	0.001
	tytöt	96.0 %		
Valinta & suppea tuotos	pojat	88.5 %	0.02	0.902
	tytöt	88.4 %		
Suppea tuotos	pojat	70.9 %	28.33	0.000
	tytöt	69.7 %		
Suorituskeskeinen tehtävä	pojat	57.2 %	47.01	0.000
	tytöt	59.0 %		

$\chi^2$  = khiin neliön arvo,  $p$  = merkitsevyystaso ( $p < 0.001$  erittäin merkitsevä,  $p < 0.01$  merkitsevä,  $p < 0.05$  melkein merkitsevä)

#### 6.4.2 Ydinsisältöalueiden suosio sukupuolten mukaan

Sukupuolen ja ydinsisältöalueen osaamisen välillä ei ollut merkitsevää yhdysvaikutusta (kts. Taulukko 27). Tehtävien kiinnostavuutta sukupuolten välillä tutkittiin kuitenkin valintaprosenttien avulla. Molemmat sukupuolet olivat valinneet kaikista eniten biologinen evoluutio -ydinsisältöalueen tehtäviä. Muiden ydinsisältöalueiden valintaprosentit vaihtelivat erittäin merkitsevästi niin, että pojat valitsivat enemmän ekosysteemit-ydinsisältöalueen tehtäviä ja tytöt molekyyleistä organismeihin- sekä perinnöllisyys-ydinsisältöalueiden tehtäviä. Ydinsisältöalueiden valintaprosentit sukupuolten välillä ovat Taulukossa 35.

**Taulukko 35.** Ydinsisältöalueiden suosiot sukupuolittain valintaprosentteina sekä valintaprosenttien erojen tilastollinen merkitsevyys.

Ydinsisältöalueet		valintaprosentit	$\chi^2$	$p$
Molekyyleistä organismeihin	pojat	64.5 %	33.17	0.000
	tytöt	65.9 %		
Ekosysteemit	pojat	65.7 %	109.87	0.000
	tytöt	61.9 %		
Perinnöllisyys	pojat	61.9 %	11.96	0.001
	tytöt	63.5 %		
Biologinen evoluutio	pojat	73.0 %	0.17	0.680
	tytöt	73.2 %		

$\chi^2$  = khiin neliön arvo,  $p$  = merkitsevyystaso ( $p < 0.001$  erittäin merkitsevä,  $p < 0.01$  merkitsevä,  $p < 0.05$  melkein merkitsevä)

### 6.4.3 Tiedon- ja ajattelutaidon tasojen valinta sukupuolten mukaan

Sukupuolella ei ollut merkitsevää yhdysvaikutusta tiedon tason tai ajattelutaidon tason kanssa (kts. Taulukko 27), näiden keskiarvoja ei siksi tarkastella. Sukupuolten eroja tehtävien valinnassa tutkittiin kuitenkin valintaprosenttien avulla. Suurin osa kaikista kokelaista oli valinnut faktatiedon muistamista vaativia tehtäviä. Pojat olivat valinneet tilastollisesti merkitsevästi useammin käsitetiedon soveltamistehtäviä kun taas tytöt käsitetiedon ymmärtämistä ja arvioimista mittaavia tehtäviä. Pojat olivat valinneet käsite- ja menetelmätietoa yhdistäviä tehtäviä tilastollisesti erittäin merkitsevästi useammin kuin tytöt, ajattelutaidon tasosta riippumatta. Menetelmätiedon ymmärtämistä ja soveltamista mittaavia tehtäviä pojat olivat valinneet merkitsevästi tyttöjä enemmän ja menetelmätiedon arvioinnissa ero oli lähes merkitsevä. Tiedon- ja ajattelutaidon tasojen kiinnostus valintaprosentteina sukupuolten välillä sekä tilastolliset erot khiin neliötestin avulla mitattuna ovat Taulukossa 36.

**Taulukko 36.** Sukupuolten erot tiedon ja ajattelutaidon tasoiltaan vaihtelevien tehtävien valinnassa.

Tiedon tasot	Ajattelutaidon tasot	Sukupuoli	Valintaprosentti	$\chi^2$	$p$
Faktatieto	Muistaa	pojat	73.7 %	0.21	0.645
		tytöt	74.1 %		
Käsitetieto	Ymmärtää	pojat	66.5 %	17.84	0.000
		tytöt	67.4 %		
	Soveltaa	pojat	73.8 %	30.50	0.000
		tytöt	69.1 %		
	Arvioida	pojat	65.9 %	10.55	0.001
		tytöt	68.6 %		
Käsite- + menetelmätieto	Ymmärtää	pojat	64.9 %	80.20	0.000
		tytöt	56.9 %		
	Soveltaa	pojat	86.9 %	30.48	0.000
		tytöt	82.9 %		
Menetelmätieto	Ymmärtää	pojat	39.8 %	9.14	0.003
		tytöt	41.8 %		
	Soveltaa	pojat	65.9 %	7.42	0.006
		tytöt	64.5 %		
	Arvioida	pojat	39.4 %	4.08	0.043
		tytöt	35.4 %		

$\chi^2$  = khiin neliön arvo,  $p$  = tilastollinen merkitsevyys ( $p < 0.001$  erittäin merkitsevä,  $p < 0.01$  merkitsevä,  $p < 0.05$  melkein merkitsevä)

#### 6.4.4 Ydinsisältöalueiden erilaisten tehtävien osaaminen sukupuolten mukaan

Sukupuolella oli merkitsevä yhdysvaikutus sekä ydinsisältöalueiden ja tiedontason että ydinsisältöalueiden ja ajattelutaidon tasojen kanssa (kts. Taulukko 27). Sukupuolten välistä osaamista tiedon- ja ajattelutaidon tasoilta tarkastellaan seuraavassa ydinsisältöalueiden välillä. Koska suurimmassa osassa tyttöjen keskiarvot olivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi paremmat kuin poikien keskiarvot, kiinnitän tässä tarkastelussa huomion niihin luokkiin, joissa ero on pieni, eroa ei ole tai pojat ovat osanneet tyttöjä paremmin. Jokaisen ydinalueen tarkat tilastolliset tunnusluvut löytyvät liitteistä (Liite 5 – 8).

Sukupuolten keskiarvojen välillä ei ollut tilastollista merkitsevyyttä **Molekyyleistä organismeihin** -ydinsisältöalueen (Liite 5) käsitetiedon soveltamista mittaavissa tehtävissä ja tilastollisesti ero oli melkein merkitsevä menetelmätietoa sekä käsite- ja menetelmätietoa yhdistävissä soveltamistehtävissä. **Ekosysteemit** -ydinsisältöalueen (Liite 6) käsitetiedon sekä käsite- ja menetelmätiedon soveltamistehtäviä pojat olivat osanneet tilastollisesti erittäin merkitsevästi paremmin kuin tytöt. **Perinnöllisyys**-ydinsisällön (Liite 7) tehtävien keskiarvoissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa poikien ja tyttöjen välillä käsitetiedon arviointia ja menetelmätiedon soveltamista koskevissa tehtävissä. **Biologinen evoluutio** -ydinsisältöalueella (Liite 8) ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa menetelmätiedon soveltamista mittaavissa tehtävissä ja ero oli tilastollisesti melkein merkitsevä käsite- ja menetelmätiedon ymmärtämistä mittaavissa tehtävissä. Kaikkien ydinsisältöalueiden tiedon ja ajattelutaidon tasojen tilastolliset merkitsevyydet sukupuolten välillä on ilmaistu Taulukossa 37.

**Taulukko 37.** Ydinsisältöalueiden tiedon- ja ajattelutaidon tasojen osaamisen erot sukupuolten välillä. Merkitsevyyksien perässä oleva alaindeksi osoittaa kumman sukupuolen keskiarvo oli korkeampi. Tyhjät solut ilmaisevat luokkia, joista ei ollut koekysymyksiä.

		Molekyyleistä organismeihin	Ekosysteemit	Perinnöllisyys	Biologinen evoluutio
Tiedon taso	Ajattelutaidon taso	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>p</i>
Faktatieto	Muistaa	0.000 <sub>t</sub>			
Käsitetieto	Ymmärtää	0.000 <sub>t</sub>	0.000 <sub>t</sub>	0.000 <sub>t</sub>	0.000 <sub>t</sub>
	Soveltaa	0.271	0.000 <sub>p</sub>		0.000 <sub>t</sub>
	Arvioida	0.001 <sub>t</sub>	0.000 <sub>t</sub>	0.972	
Käsite- + menetelmätieto	Ymmärtää	0.002 <sub>t</sub>	0.002 <sub>t</sub>		0.017 <sub>t</sub>
	Soveltaa	0.017 <sub>t</sub>	0.000 <sub>p</sub>	0.000 <sub>t</sub>	0.000 <sub>t</sub>
Menetelmätieto	Ymmärtää	0.000 <sub>t</sub>	0.000 <sub>t</sub>	0.000 <sub>t</sub>	
	Soveltaa	0.035 <sub>t</sub>	0.000 <sub>t</sub>	0.189	0.280
	Arvioida	0.003 <sub>t</sub>			

Alaindeksit; <sub>p</sub> = poika, <sub>t</sub> = tyttö. *p* = merkitsevyystaso: *p* < 0.001 = erittäin merkitsevä, *p* < 0.01 = merkitsevä, *p* < 0.05 = melkein merkitsevä, *p* > 0.05 = ei merkitsevä.

## 7 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tavoitteena oli muodostaa kuva biologian ylioppilaskokeiden tehtävien sisällöllisistä ja haasteellisista piirteistä sekä selvittää erilaisten tehtävien osaamista. Luokittelussa käytettiin McTighen ja Ferraran (1998) tehtävätyyppijakoa, jossa tehtävät jaetaan valintatehtäviin, suppeisiin tuotostehtäviin sekä suorituskeskeisiin tehtäviin. Tehtävätyypeistä esiintyi kaikkia teorian mukaisia tehtävätyyppejä, mutta painotus oli voimakkaasti tuottamista vaativissa tehtävissä (suppeat tuotostehtävät sekä suorituskeskeiset tehtävät) (Kuvio 4). Tehtävien haasteita tarkasteltiin uudistetun Bloomin taksonomian mukaan (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002), jonka avulla tehtävät luokiteltiin vaaditun tiedon tason (fakta-, käsite- tai menetelmätieto) sekä vaaditun ajattelutaidon tason mukaan (muistaa, ymmärtää, soveltaa, analysoida, arvioida tai luoda). Koetehtävissä esiintyi kaikkia tiedon tasoja vaativia tehtäviä, mutta ajattelutaidon tasoista ei esiintynyt analysoinnin tai luomisen vaatimuksia. Koetehtävien haasteissa pääpaino oli käsitetiedon ymmärtämisessä (Taulukko 25). Tehtävien sisällöllistä vaihtelevuutta tarkasteltiin Yhdysvaltojen kansallisen tutkimusneuvoston kokoaman ydinsisältömallin avulla (National Research Council 2012), jossa ydinsisältöjen aiheet ovat 1) Molekyyleistä organismeihin: rakenteet ja



prosessit, 2) Ekosysteemit: vuorovaikutus, energia ja dynamiikka, 3) Perinnöllisyys: perimä ja muuntelu sekä 4) Biologinen evoluutio: yhteneväisyys ja monimuotoisuus. Kaikkia teorian mukaisia ydinsisältöjä esiintyi tehtävissä, mutta suurin osa keskittyi molekyyleistä organismeihin ydinsisältöalueeseen (Kuvio 5), eli polttopisteenä oli biologisten rakenteiden ja prosessien omaksuminen.

Kokeista saatujen pistemäärien tarkastelu osoitti vuosien 2011 – 2015 kokeiden olleen järjestelmällisesti helpompia syksyisin kuin keväisin ja pistemäärien keskiarvojen olleen laskussa vuodesta 2011 vuoteen 2015 (Kuvio 9). Koetehtävien vaikeutta selittivät eniten sekä tehtävätyyppi että tehtävässä vaadittu ajattelutaidon taso (Taulukko 27). Biologisten ydinsisältöalueiden välillä oli sekä osaamisessa että aihealueen kiinnostavuudessa eroa, kaikkein suurin kiinnostus sekä korkeimmat pistemäärät olivat biologinen evoluutioydinsisältöalueella (Taulukko 29). Tytöt olivat osanneet biologiaa yleisesti paremmin, mutta soveltamista vaativissa tehtävissä sukupuolten välinen ero oli hyvin kapea tai olematon.

## **7.1 Koetehtävät vaihtelevat sekä sisällön että haasteiden näkökulmasta**

Seuraavassa pohdin tarkemmin kokeiden laadullisia ulottuvuuksia eli kokeissa esiintyneitä haasteita ja sisältöjä. Pohdinnassa otan huomioon, millaisena kokeet näyttäytyivät ja millainen merkitys tutkituilla koetehtävien luokilla on.

### **7.1.1 Biologian ylioppilaskirjoituksissa painotetaan tuottamista**

Kaikissa tutkituissa kokeissa valintatehtäviä oli häviävän pieni määrä tuottamiseen painottaviin tehtävätyyppeihin nähden (suppeat tuotokset ja suorituskeskeiset tehtävät). Tämä vahvistaa alkuperäisen oletuksen tehtävien painotuksesta tuottamistehtäviin, joka pohjautui biologian (Rostila 2014) sekä kemian (Tikkanen 2010) ylioppilaskokeiden aiempiin tutkimuksiin.

Valintatehtävien vähäinen määrä tai puuttuminen kokonaan on mielenkiintoista, sillä valintatehtävien on todettu sopivan hyvin summatiivisen arvioinnin välineeksi silloin, kun halutaan testata laajaa osaamisen aluetta monipuolisesti (esim. Downing 2006). Biologian koko lukion oppimäärä on erittäin laaja ja valintatehtävien avulla oppisisällön testaamisesta voitaisiin saada kattavampaa. Lisäksi valintatehtävien on todettu vähentävän tenttijännitystä (Vitikainen 2010) ja niiden arviointi on sekä objektiivista että nopeaa (Downing 2006), jolloin sekä kokelaan että kokeen tarkastajan hyöty olisi käyttää valintatehtäviä enemmän.

Valintatehtävien laadintaan olisi kuitenkin hyvä kiinnittää huomiota, sillä taitavasti laadittuna valintatehtävät voivat testata hyvin kokelaiden korkeampien ajattelutaitojen osaamista, esimerkiksi analysointia, synteisien tekemistä ja arviointia (Pelton & Pelton 2006), mutta nyt tutkitut valintatehtävät oli luotu niin, että ne mittasivat ainoastaan muistamista, esimerkkinä faktan ja kuvan yhdistäminen. Koska on erittäin suotavaa, että kokelailta todella vaaditaan osaamista, voi valintatehtävien vähäinen määrä selittyä valintatehtävien laadinnan haasteilla (McTighe & Ferrara 1998). Näyttää siltä, että valintatehtävien merkitys on nykyisissä kokeissa lähinnä koejännityksen lieventäminen, joskin valintatehtävien yhdistäminen suppeaan tuotostehtävään lisää kuitenkin tehtävän haastavuutta. Yhdistelmätehtäviä käytetään myös muiden reaaliaineiden ylioppilaskokeissa (esim. Syrjö 2015).

Tuottamiseen painottavien tehtävätyyppien välinen tasapaino on järkevä, sillä suppeiden tuotostehtävien avulla voidaan kysyä oppisisältöjä laajemmin kuin suorituskeskeisten tehtävien avulla, kun taas suorituskeskeisillä tehtävillä voidaan arvioida kattavasti yhden aihealueen laajaa ja monipuolista osaamista (McTighe & Ferrara 1998). Koska biologian arvioinnissa ”...kiinnitetään huomiota luonnontieteellisten lainalaisuuksien sekä syy- ja seuraussuhteiden ymmärtämiseen, vuorovaikutussuhteiden merkityksen oivaltamiseen sekä kokonaisuuksien hahmottamiseen...” (LOPS 2003: 130), tasapaino suppeiden tuotostehtävien sekä suorituskeskeisten tehtävien kesken kokeessa on perusteltua. Lisäksi suppeiden tuotostehtävien arviointi voi olla sekä tasapuolisempaa että selvempää kuin essee-tyyppisten suorituskeskeisten tehtävien, sillä pitkän vastauksen laatimisessa esimerkiksi vastaajan kielellinen

osaaminen ja käsiala voivat vaikuttaa arvosteluun (Heinonen & Viljanen 1980). Suppeiden tuotostehtävien etuna voi lisäksi olla osakysymysten ohjaavuus, jolloin tehtävään voi olla helpompi vastata, koska tehtävänanto erittelee enemmän mihin asioihin vastaus halutaan. Osakysymysten ohjaavuudesta sekä tehtävänannon merkityksestä lisää tuonnempana.

### **7.1.2 Ydinsisältöalueet vaihtelevat, mutta eivät esiinny yhtä runsaina**

Biologisten ydinsisältöjen jakauma ei ole tasainen, vaan ydinsisältöalueiden vaihtelevuus on huomattavan suuri, kuten lähtöoletuksissa oletin Rostilan (2014) sekä Tikkasen (2010) tutkimusten perusteella. Nyt tutkituissa kokeissa ydinsisältöalue molekyyleistä organismeihin: rakenteet ja prosessit -aihepiirin koetehtäviä oli kaksi kertaa niin paljon kuin seuraavaksi yleisintä ydinsisältöaluetta. Jokainen yksittäinen tehtävä käsitteli pääasiassa vain yhtä ydinsisältöaluetta, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Erityisen hyvänä yleisen biologian osaamisen kannalta näen ne tehtävät, joissa tehtävään on yhdistetty eri ydinsisältöjä (esimerkiksi tehtävä, jossa yhdistetään sekä ekologiaa että perinnöllisyyttä, Taulukko 15). Nämä tehtävät ovat onnistuneita esimerkkejä kokonaisvaltaisen tiedon hallinnan osoittamismahdollisuudesta ja ne tuovat mahdollisuuden koetilanteessa osoittaa kokelaille biologisten aiheiden yhteyden, sillä koe toimii aina myös oppimistilanteena.

Tulosten voidaan kuitenkin ajatella olevan linjassa LOPS 2003:n kanssa, jossa painotus on selvästi rakenteiden ja niiden välisten vuorovaikutusten ymmärtämisessä (Taulukko 4, Liite 1), eli aihealueella molekyyleistä organismeihin: rakenteet ja prosessit. Ydinsisältöalueiden epätasainen jakauma ei monipuolisen biologian osaamisen arvioinnin kannalta ole kuitenkaan suotavaa. Nyt sisällöllinen osaaminen painottui epätasaisesti sekä kaikkien tutkittujen koetehtävien että tutkintokertojen koetehtävien välillä. Koska ydinsisältöalueet painottuvat epätasaisesti, voi opiskelijan erityisestä tietyn aihealueen kiinnostuneisuudesta olla huomattavaa hyötyä tai haittaa, riippuen siitä, millainen kyseisen koekerran painotus on. Kuitenkin suurin riski syntyy

siitä, että opiskelijat kokevat ne asiat tärkeiksi mitä testataan (Brown ym. 2013), ja mikäli koekysymykset käsittelevät voimakkaasti samaa ydinsisältöä, voivat ne luoda harhaisen kuvan siitä, mitä biologia on tai mikä biologiassa on tärkeää.

### **7.1.3 Biologian ylioppilaskokeissa vaaditaan käsitetiedon ymmärtämistä**

Oletin tiedon tasoista (fakta-, käsite- ja menetelmätieto) (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002) koetehtävien koskevan lähinnä fakta- ja käsitetietoa sekä ajattelutaidon tasoista (muistaa, ymmärtää, soveltaa, analysoida, arvioida ja luoda) (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002) tehtävien vaativan alemman kognitiivisen osaamisen tasoja (muistaa – soveltaa), luokan ”ymmärtää” ollessa muita painotetumpi. Tutkimus osoitti oletukset oikean suuntaisiksi, sillä suurin osa kaikista koetehtävistä testasi käsitetiedon ymmärtämistä (Taulukko 25), eli tiedon tasoista fakta- ja menetelmätieto jäivät sivurooliin kuten myös ajattelutaidon tasoista kaikki korkeammat ajattelutaidon vaatimukset. Lisäksi korkeamman kognitiivisen osaamisen tasoista (analysoida – luoda) ainoastaan luokan ”arvioida” vaatimuksia testattiin.

Ajattelutaidon kokeissa esiintyneet vaatimustasot ovat kuitenkin linjassa opetussuunnitelman yleisten tavoitteiden (LOPS 2003) kanssa (Taulukko 3), jossa mainitaan ensimmäisenä ”hallitsee ... käsitteet”, sekä käytetään yleisesti verbejä ”tunnistaa”, ”ymmärtää” ja ”tuntee”, jotka kaikki viittaavat alemman ajattelutaidon tasoihin. Ajattelutaidolta haastavammat tasot esiintyvät tavoitteissakin sivuroolissa (”...osaa arvioida kriittisesti...” sekä ”osaa suunnitella...”), aivan kuten toteutuneissa kokeissakin. Kuitenkin arvioinnin määräävyyden vuoksi olisi suositeltavaa lisätä ajattelutaidon tasoilta haasteellisempia koetehtäviä, sillä esimerkiksi Koba ja Tweed (2009) huomasivat, että käsitteiden yhdistämisen virheet havaittiin vasta kun kysyttiin analysoinnin ja arvioinnin taitoja vaativia kysymyksiä. Esimerkiksi geenien ja proteiinisynteesin yhteys syvällisesti oli hankala, vaikka molemmat käsitteet oltaisiin osattu moitteettomasti. Suomessa ylioppilaskoetehtävissä keskitytään lähes yksinomaan käsitetiedon ymmärtämiseen, eikä opiskelijoiden mahdollisia virhekasityksiä siksi huomata. Tästä selvä esimerkki on Kervisen (2015) tutkimus, jossa vielä yliopistolle biologiaa opiskelemaan tulevilla oli

virhekäsityksiä fotosynteesistä, vaikka opetussuunnitelman mukainen opetus on keskittynyt rakenteiden ja prosessien ymmärtämiseen. Lisäksi arviointia tulisi monipuolistaa esimerkiksi harjoittamalla kriittistä ajattelua, ongelmanratkaisukykyä sekä lisäämällä analysoinnin vaatimusta, sillä muun muassa nämä ovat elinikäisen oppimisen kannalta taitoja, joita alati muuttuvassa maailmassa yhä enenevässä määrin tarvitaan (esim. Virtanen ym. 2015).

Tiedon tasoista menetelmätiedon hallinta on läsnä LOPS 2003:n yleisissä biologian tavoitteissa, jossa mainitaan muun muassa ”perehtyy ... tutkimuksen menetelmiin” ja ”osaa suunnitella ja toteuttaa ... kokeen sekä tulkita sen tuloksia”. Kurssikohtainen tarkastelu (Taulukko 4) osoittaa BI4 Ihmisen biologia -kurssia lukuun ottamatta jokaisen kurssin tavoitteiden sisältävän menetelmätietoa. Vaikka menetelmätieto sivuroolissa onkin, on se selkeä osa tavoitteita. Kuitenkin toteutuneissa kokeissa menetelmätietoa testattiin vähän, joistain koekerroista menetelmätiedon puuttuessa kokonaan. Koska ylioppilaskokeiden, kuten arvioinnin yleisestikin, tulisi testata opetuksen tavoitteita ja sisältöjä eikä opetusmenetelmiä tai toimintatapoja (esim. Anderson ym. 2001; Aksela ym. 2012), voidaan ylioppilaskokeissa esiintyneiden ajattelutaitojen katsoa olevan yhtenevässä linjassa LOPS 2003:n kanssa, mutta tiedon tasoista menetelmätiedon osuus voisi olla korkeampi. Tiedon tason ja ajattelutaidon tason yhdistyminen tehtävissä osoitti lisäksi tiedon tasojen vaatimusten epätasapainon: alle puolet menetelmätietoa mittaavista tehtävistä vaati vain ymmärtämistä kun taas käsitetiedon tehtävistä vain ymmärtämistä vaativia tehtäviä oli lähes 90 % (Taulukko 25).

#### **7.1.4 Ydinsisältöalueiden haasteissa on eroja**

Ydinsisältöalueiden esiintyvyyden epätasaisuus (Kuvio 5) sekä ydinsisältöalueiden haasteiden vaihtelut tehtävätyyppien (Taulukko 26), tiedon tasojen (Kuvio 7) sekä ajattelutaidon tasojen (Kuvio 8) mukaan herättivät miettimään, onko tulos sattumaa vai opetussuunnitelmaa tulkitsemalla tehty. On erikoista, ettei esimerkiksi faktatietoa tai muistamista vaativia tehtäviä eikä

toisaalta valintatehtäviä ollut missään muussa kuin molekyyleistä organismeihin -ydinsisältöalueessa, joka näyttäytyi muutenkin ydinsisällöistä kaikkein monipuolisimpana. Ydinsisältöalueen haasteiden monipuolisuus voi olla johdannaista ydinsisällön linkittymisestä kattavasti biologian eri kursseihin (Taulukko 4), sillä molekyyleistä organismeihin ydinsisällön teemoja käsitellään sekä pakollisella Solu- ja perinnöllisyys- että valinnaisilla Ihmisen biologia ja Bioteknologia-kursseilla. Koska ydinsisältöön kuuluu paljon erilaisia opetussuunnitelman määräämiä teemoja, on hyvä myös ydinsisältöalueen tehtävien olla vaatimuksiltaan kirjava. Perinnöllisyys-ydinsisällön tehtävien tehtävyyt pit taas painottuivat suorituskeskeisiin tehtäviin ja tiedon tasoista menetelmätietoa esiintyi enemmän kuin muissa ydinsisällöissä. Nämä muista ydinsisällöistä poikkeavat tulokset selittyvät risteytyskaavion laadintaa koskevilla tehtävillä, jotka kuuluvat suorituskeskeisiin menetelmätietoa vaativiin tehtäviin. Muissa ydinsisällöissä ei ole vastaavaa tiettyyn tehtävyyppiin tai tiedon tasoon ohjaavaa tehtävää.

On kyse sitten sattumasta tai opetussuunnitelman tulkinnasta, herää kysymys kuinka hyvin kokeet todella testaavat biologian osaamista kokonaisuutena ja millaisen kuvan ne arvioinnin määräävyyden takia antavat biologiasta tieteenalana. Esimerkiksi Kampourakis (2013) huomauttaa, että opetussuunnitelmista tänä päivänä puuttuvat muun muassa biologian evolutiivinen kehys kaiken biologian opetuksen ympäriltä ja mikrobien osuuden huomioiminen elollisen luonnon huomattavana osana. Koska opetussuunnitelmat sisältävät jo itsessään vain leikkauksen biologiasta, on tärkeää huolehtia ylioppilaskokeiden tehtävien mittaavan kattavasti ja nostavan esiin kaikkia opetettavia biologian aihealueita, ettei opiskelijoille synny turhan kapea-alaista käsitystä biologiasta tieteenä.

## **7.2 Biologian ylioppilaskokeiden osaamiseen vaikuttavat tekijät**

Vaihtelu kokeista saatujen pistemäärien välillä on todennäköisesti osoitus kokeiden välisestä vaihtelusta sekä todennäköisesti osoitus myös kevään

kokeiden olleen järjestelmällisesti syksyn kokeita haasteellisempia. Vuodenajan erojen todellisen syyn selvittämiseksi tulisi kuitenkin tutkia syksyn ja kevään tutkintokertojen kokeita rinnakkain. Huolestuttavaa oli kokelaiden osaamista kuvaavien kokonaispistemäärien tasainen lasku; johtuuko tämä kokeiden haastavuuden kasvusta, opetuksesta vai kenties yleisestä kiinnostuksesta biologiaa kohtaan? Tässä tutkimuksessa havaittu vaihtelu kevään ja syksyn pistemäärien välillä on myös huolestuttavaa, sillä ylioppilaskokeiden arvosanoilla on merkitystä kokelaiden jatko-opintomahdollisuuksiin. Näin ollen tutkintokertojen välinen epätasapaino voi luoda erilaiset lähtökohdat eri tutkintokertojen kokelaille.

Kokeista saatujen kokonaispisteiden lasku voi olla seurausta myös kokelaiden osaamistason heikkenemisestä, sillä yhdeksäsluokkalaisilla tehtyjen PISA-tutkimuksien tuloksissa on havaittu luonnontieteiden osaamisen heikentyneen huomattavasti vuodesta 2006 vuoteen 2012 verrattuna (Kupari ym. 2013). Voi siis olla, että tässä tutkimuksessa havaittu ylioppilaskokeiden kokonaispistemäärien lasku ei johdu kokeiden vaikeutumisesta vaan todellisesta biologian osaamistason laskusta.

### **7.2.1 Tehtävätyyppi selittää tehtävässä onnistumista ja tehtävän valintaa**

Tässä tutkimuksessa havaittiin tehtävätyypin (valintatehtävä, suppea tuotos tai suorituskeskeinen tehtävä (McTighe ja Ferrara 1998)), vaikuttavan tehtävässä onnistumiseen muita tutkittuja seikkoja (ydinsisältöä sekä tiedon- ja ajattelutaidon tasoa) enemmän (Taulukko 27). Tehtävätyypeistä valintatehtäviä oli osattu kaikkein parhaiten ja suorituskeskeisten tehtävien osaaminen oli heikointa. Vaikuttaa siis siltä, että tehtävätyyppi on yhteydessä teknisesti tehtävän vaikeustasoon ja tehtävätyyppi ennustaa erittäin hyvin kuinka haastava tehtävä todellisuudessa on. Tehtävätyyppi vaikuttaa lisäksi tehtävän valintaan suoraan tehtävätyypin haasteen mukaan; suurin osa kokelaista oli valinnut valintatehtäviä kun taas suorituskeskeisiä tehtäviä oli valittu vähiten. Se, että valintatehtäviä valittiin eniten, on hyvin todennäköisesti osoitus kokelaiden metakognitiivista taidoista, eli siitä, kuinka hyvin he osaavat arvioida

tehtävien haastavuuden sekä toisaalta omat kykynsä (Krathwohl 2002). Kuten teorian pohjalta oletin, valintatehtäviä osattiin parhaiten ja suorituskeskeisiä tehtäviä heikoiten. Tuloksen suunta on sama, joka näkyy jo yhdeksäsluokkalaisten osaamisessa (Kärnä ym. 2012).

Teorian mukaisten tehtävätyyppien lisäksi osassa tehtävistä oli yhdistetty valintatehtävä sekä suppea tuotostehtävä yhteen tehtävään. Näiden yhdistelmätehtävien osaaminen osoittautui tehtävätyypeistä heikoimmaksi (Taulukko 28). Koska tähän yhdistelmäluokkaan kuului ainoastaan kaksi tehtävää, jotka molemmat sijaitsivat samassa, kaikista tutkituista kokeista alhaisimman kokonaispistemäärän saavassa kokeessa (kevät 2015), on mahdollista, että kyseinen koe on kokonaisuudessaan ollut haastavampi kuin muut tutkitut kokeet. Yhdistelmätehtävien tarkastelu on kuitenkin kiinnostavaa, sillä suuri osa kokelaista on valinnut näitä yhdistelmätehtäviä (Taulukko 28), vaikka tehtävien osaaminen on ollut tehtävätyypeistä heikointa. Yhdistelmätehtävien suosio saattaa selittyä valintatehtäväosuuden houkuttelevuudella, sillä tehtävätyypeistä valintatehtävät ovat olleet kaikkein suosituimpia (Taulukko 28).

Tehtävätyyppien haasteita tutkiessa havaitsin sanallisen ohjauksen vaikuttavan tehtävässä pärjäämiseen. Kokelaat osasivat kaikista tehtävistä kaikkein heikoimmin niitä, joiden tehtävänannossa ei ole selvennetty verbillä (esimerkiksi selitä, arvioi, tai tarkastele) miten tehtävän aihetta tulisi käsitellä (esimerkiksi tehtävät ”suomalainen tautiperintö”, ”homeet –hyötyä ja haittaa” tai ”entsyymien biotekninen hyödyntäminen”). Essee –tyylisissä tehtävissä tulisikin kiinnittää tehtävänantoon erityistä huomiota, sillä niiden tarkoituksena on antaa kokelaalle mahdollisuus osoittaa osaamisensa, eikä erotella kokelaista niitä, jotka ovat onnistuneet tulkitsemaan tehtävänannon tarkoitetulla tavalla.

### **7.2.2 Ydinsisältöalue selittää tehtävän valintaa ja siinä menestymistä**

Tutkimuksessa kävi ilmi biologiseen evoluutioon liittyvien tehtävien olevan koetehtävistä kaikkein suosituimpia, sillä kokelaat vastasivat niihin useammin



kuin muiden ydinsisältöalueiden tehtäviin. Lisäksi biologinen evoluutio oli ydinsisältöalueista parhaiten osattu alue (Taulukko 29). Evoluution kiinnostavuutta voi selittää evoluution molemmissa biologian pakollisissa kursseissa, aihe on siis tuttu.

Alkuperäisesti oletin, että kokelaat olisivat osanneet heikoiten eliömaailmaa koskevia aiheita, sillä se on Uiton ym. (2006) tutkimuksen mukaan vähiten kiinnostava biologian aihealue. Eliömaailma ei kuitenkaan sisälly suoraan nyt käytettyihin ydinsisältöalueisiin, joskin eliömaailmaan liittyvät kysymykset liittyvät lähinnä ydinsisältöihin molekyyleistä organismeihin (yksilötaso) sekä ekosysteemeihin (populaatiotaso). Molemmissa ydinsisältöalueissa osaaminen oli lähes yhtä tasaista ja niitä oli osattu heikommin kuin biologinen evoluutio- ja perinnöllisyys-ydinsisältöalueita (Taulukko 29). Molekyyleistä organismeihin sekä ekosysteemit-ydinalueiden tehtäviä oli kuitenkin valittu paljon (Taulukko 29), joka suurelta osin voi johtua koetehtävien epätasaisesta määrästä: ydinsisältöalueen molekyyleistä organismeihin yliedustuksen johdosta molekyyleistä organismeihin -tehtävien valinnalta ei käytännössä voi välttyä.

### **7.2.3 Ajattelutaidon tasot selittävät tiedon tasojen osaamista**

Uudistettu Bloomin taksonomia (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002) jakaa ajattelutaidon tasot alempien kognitiivisten osaamisen tasoihin muistaa, ymmärtää ja soveltaa sekä ylempien kognitiivisten osaamisen tasoihin analysoida, arvioida ja luoda, ajattelutaidon tasojen haasteet kasvavat aina tasolta toiseen siirryttäessä. Tiedon tasoista faktatieto käsittelee yksittäisiä tietoja, käsitetieto liittyy yksittäisten tietojen sijaan kokonaisuuksien sekä käsitteistön hallintaan ja menetelmätieto liittyy menetelmien, tieteen tekemisen sekä tutkimuksellisten tulosten hallintaan (Krathwohl 2002).

Koska ajattelutaidon taso vaikeutuu aina tasolta toiseen siirryttäessä, oletin alempia tasoja osattavan paremmin kuin ylemmän tason vaatimuksia. Oletus ei saanut täysin vahvistusta, sillä kaikista käsitetietoa mittaavista tehtävistä parhaiten oli osattu niitä, joissa ajattelutaidon vaatimustaso oli arvioida.

Käsitetietoa osattiin siis parhaiten korkeimman esiintyneen ajattelutaidon tasolla. Menetelmätiedon tehtävistä parhaiten oli osattu niitä, joiden ajattelutaidon vaatimus oli soveltaa, eli myös menetelmätiedon osaamiseen ajattelutaidon taso vaikutti odottamattomalla tavalla. Lisäksi jokaisella tiedon tasolla soveltamista vaativia tehtäviä oli valittu kaikkein eniten, joka voi johtua kokelaiden mieltäessä tällaiset tehtävät kiinnostavina tai helppoina. Korkean valinnan syy selviäisi varmimmin haastatteleamalla kokelaita, mutta oletan valintasuosion johtuvan soveltamistehtävien teknisestä luonteesta. Monissa soveltamistehtävissä on muistin tueksi kuvia, kuvaajia tai taulukoita, jotka voivat johdattaa kokelasta vastaukseen liittyviin aiheisiin paremmin kuin pelkkä sanallinen tehtävä. Soveltamista vaativissa tehtävissä voisi olla myös etuna vastausten variaatiomahdollisuus (vrt. jos kysytään esimerkiksi fotosynteesin vaiheita, tulee kaikki vaiheet muistaa, jos taas kysytään esimerkiksi miten fotosynteesiä voisi tutkia, voi oikea vastaus olla mikä tahansa fotosynteesin tutkimiseen soveltuva tapa), eli soveltamistehtävä voi olla vastausmahdollisuuksiltaan laajempi kuin pelkkää ymmärtämistä mittaava tehtävä.

Lisäksi oletin menetelmätietoa mittaavissa tehtävissä osaamisen olevan heikompaa fakta- ja käsitetietoon verrattuna, viitaten yhdeksäsluokkaisilla tehtyyn tutkimukseen (Kärnä ym. 2012). Oletus pitää paikkaansa muissa kuin menetelmätiedon soveltamista mittaavissa tehtävissä. Fakta- ja käsitetietoa on siis osattu kaikilla muilla ajattelutaidon tasoilla paremmin kuin menetelmätiedon vastaavia ajattelutaidon tasoja, lukuun ottamatta menetelmätiedon soveltamista, jossa osaaminen on käsitetiedon soveltamiseen verrattuna parempi (Taulukko 30). On äärimmäisen kiinnostavaa, miksi kokelaat osasivat menetelmätietoa paremmin kuin esimerkiksi Kärnän ym. tutkimukseen (2012) perustuen oletin. Todennäköisin syy on tulosten vertailtavuuden vaikeus, sillä Kärnän ym. (2012) tutkimuksessa tiedon tasoa ei oltu yhdistetty ajattelutaidon tasoon. Tässä tutkimuksessa havaitsin ajattelutaidon tason vaikuttavan tiedon tason osaamiseen (Taulukko 27), joten tuloksia ei tarkasteltu ainoastaan tiedon tason perusteella (kuten aiemmassa tutkimuksessa), vaan tiedon- ja ajattelutaidon yhteisenä osaamisena (Taulukko 30). On myös mahdollista, että nyt saatuihin tuloksiin vaikuttaa erilaisten tehtävien epätasapainoinen

jakautuma tiedon- ja ajattelutaidon tasojen välillä (esimerkiksi käsitetiedon ymmärtämistä mitattiin 68 tehtävässä kun taas käsitetiedon arvioimista neljässä tehtävässä) (Taulukko 25).

Kokelaat osasivat menetelmätiedon soveltamista paremmin kuin menetelmätiedon ymmärtämistä, joka voi olla seurausta siitä, että menetelmien tekemistä (eli soveltamista) mahdollisesti harjoitellaan, mutta menetelmien perusteena olevat seikat eivät tule opiskelijoille selväksi tai ne eivät jää mieleen. Näin myös Aksela ym. (2012) huomauttavat: opetuksen työtavat voivat jäädä mieleen, vaikka itse opiskeltava asia ei mieleen olisikaan jäänyt. Menetelmätiedon soveltavista tehtävistä moniin liittyi myös tulostaulukoiden tai kuvaajien tulkintaa, joka voi vaikuttaa kokelaiden tehtävistä saamiin pistemääriin. Visuaaliset esitykset saattavat mahdollistaa muistin tueksi jotain (esim. Crisp ja Sweiry 2007), kun taas pelkän käsitetiedon tai menetelmätiedon ymmärtämisen tehtävissä näin ei yleensä ole; visuaalisissa kuvaajissa vastaus voi olla esillä, jos sen osaa tulkita, lisäksi kuten Crisp ja Sweirykin (2007) huomauttavat, voivat visuaaliset osat ohjata vastauksessa enemmän kuin pelkkä sanallinen ohjaus. Koska ylioppilaskokeiden pisteytys perustuu mallivastauksiin, voi visuaalisesta ohjaavuudesta olla vastaajalle hyötyä. Tutkimusta olisi hyvä jatkaa tehtävänantojen luokittelulla, esimerkiksi tehtävänannon sanallisen ohjauksen, kuvallisen yhteyden tai muun vastaavan rakenteellisen tekijän osalta.

Käsitetiedon ymmärtäminen, esimerkiksi käsitteen määrittelemine, voi olla biologian monimutkaisuuden kannalta vaikeaa, varsinkin jos käsitteitä tulee verrata toisiinsa (esim. Mayr 1997; Eloranta ym. 2005). On myös vaarana, että käsitteet ymmärretään keinotekoisina asioina ennemmin kuin todellisina monipuolisina ilmiöinä (Aksela ym. 2012) eikä käsitteiden suhdetta toisiinsa silloin ymmärretä (esim. Koba & Tweed 2009). Käsitetiedon ymmärtäminen voi siis todellisuudessa olla hankalampaa kuin menetelmätiedon soveltaminen (esimerkiksi risteytyskaavion tuottaminen sanallisen tehtävänannon perusteella). Menetelmätiedon hallintaa tarkastelemalla huomataan, ettei menetelmätietoa myöskään ymmärretä yhtä hyvin kuin sitä osataan soveltaa. Tämä on hyvä esimerkki myös arvioinnin määräävyydestä; jos menetelmätietoa

arvioidaan soveltamisen kautta, ei menetelmätiedon taustoja välttämättä edes opita.

Erikoisen huomion tuotti tulos käsite- ja menetelmätiedon tehtävien yhdistelmäluokasta, joissa sekä ajattelutaidon tasojen osaaminen että tehtävien valinta ovat korkeat. Käsite- ja menetelmätietoa yhdistävien tehtävien osaaminen oli kummankaan pääluokan osaamista korkeampaa, joka voi selittyä osakysymyksillä. Kaikki tämän yhdistelmäluokan tehtävät kuuluivat suppeisiin tuotostehtäviin, joiden osakysymyksiin voi olla helpompi vastata (kysymysten ohjaavuus, osakysymysten pistemäärät näkyvillä), kun taas puhtaasti käsite- tai menetelmätiedon tehtävät lukeutuivat myös laajoihin suorituskeskeisiin tehtäviin, joiden osaaminen oli suppeita tuotostehtäviä heikompaa. Mitä tarkemmin tehtävässä ilmaistaan kysymys, sitä varmempi kokelas saattaa olla vastauksestaan, sillä selkeät oppimistavoitteet tukevat oppimista (esim. Biggs & Tang 2007). Näin ollen osakysymyksillä voi olla vaikutus kokelaan osaamiseen enemmän kuin tiedon tai ajattelutaidon tasoilla.

#### **7.2.4 Ydinsisältö vaikuttaa sekä tehtävätyypin- että tiedon- ja ajattelutaidon tasojen osaamiseen**

Ydinsisällön vaikutus tehtävätyypin osaamiseen selittyy todennäköisimmin opetuksen ja kiinnostuksen yhteydestä. Esimerkiksi molekyyleistä organismeihin ydinsisällön suppeissa tuotostehtävissä osaaminen on heikompaa kuin perinnöllisyys- sekä biologinen evoluutio ydinsisältöjen suorituskeskeisissä tehtävissä (Taulukko 31), vaikka suppeita tuotostehtäviä on yleisesti osattu suorituskeskeisiä tehtäviä paremmin (Taulukko 28). Tämä ero kuitenkin todennäköisesti johtuu perinnöllisyys-ydinsisällön suorituskeskeisten tehtävien liittyvän usein risteytyskaavioiden tekoon, joka on tehtävänä helppo opetella sekä yleisesti biologinen evoluutio-ydinsisällön korkeasta kiinnostuksesta sekä osaamisesta (Taulukko 29).

Sama kiinnostuksen ja opetuksen vaikutus näkyy menetelmätiedon soveltamista mittaavissa tehtävissä, joita oli osattu perinnöllisyys-

ydinsisältöalueella kaikkein parhaiten (Taulukko 32). Perinnöllisyyden menetelmätiedon soveltamistehtävät liittyivät usein risteytyskaavioiden laadintaan. Harvoja muita menetelmätietoa testaavia tehtäviä voidaan harjoitella yhtä kattavasti kuin risteytyskaavioita. Vertailuesimerkkinä ekosysteemit-ydinsisältöalueen menetelmätiedon soveltamistehtävät, joiden osaaminen oli huomattavasti heikompaa: ekologisia ja ekosysteemien toimintaan liittyviä menetelmätietoa mittaavia tehtäviä on hyvin laajasti laidasta laitaan, eikä opetussuunnitelmassa mainita mitään yksittäistä ekosysteemien menetelmän hallintaa. Näin ollen opetussuunnitelma ohjaa perinnöllisyysaiheessa tarkemmin menetelmätiedon opetusta kuin ekosysteemien osalta.

Biologinen evoluutio -ydinsisältöalue oli ainoa, jossa ajattelutaidon tasojen hallinta näyttäytyi oletetulla tavalla tiedon tasojen sisällä, ymmärtämistä vaativia tehtäviä osattiin soveltamista vaativia tehtäviä paremmin. Kaiken kaikkiaan biologinen evoluutio -aiheiset tehtävät näyttäytyivät kokelaiden suosikkitehtävinä: niitä oli osattu hyvin sekä valittu runsaasti, joskin poikkeuksena nousi biologisen evoluution käsitetiedon soveltaminen, jossa osaaminen oli heikkoa. Miksi evoluution käsitetietoa ei osata soveltaa yhtä hyvin kuin muita evoluutioon liittyviä tehtäviä on osattu? Evoluutio on toisaalta paljon opetettu aihe (molemmissa pakollisissa kursseissa), mutta johon toisaalta liittyy paljon arkipäivän väärinkäsityksiä. Voikin olla, että evoluutioaiheita pidetään mielenkiintoisina ja useita käsitetietoa vaativia seikkoja siitä ymmärretään, mutta kuten Koba ja Tweed (2009) huomasivat, voi hyvinkin ymmärretyissä käsitteistöissä ilmetä suoranaisia virhekäsityksiä, joita ei välttämättä huomata, ellei haastavampia ajattelutaidon tasoja kysytä. Voi olla, että evoluution osalta kyse on juuri näistä virhekäsityksistä, joita olisikin hyvä kartoittaa lukio-opetuksessa esimerkiksi diagnostisen arvioinnin avulla.

### **7.3 Sukupuolten väliset erot kiinnostuksen kohteissa sekä osaamisessa**

Sukupuolten välisistä eroista lähes kaikki kallistuivat tyttöjen paremman menestyksen puolelle. Sukupuolten eroista merkittävimpiä tuloksia olivat

kuitenkin erilaisten tehtävätyyppien valinta ja osaaminen sekä biologisten ydinsisältöalueiden haasteiden hallinta.

Tehtävätyyppien tarkastelu sukupuolittain osoitti poikien ja tyttöjen valinneet yhtä paljon valinta ja suppea tuotos -yhdistelmäluokan tehtäviä, mutta sukupuolten ero osaamisessa oli näissä kaikista tehtävätyyppiluokista suurin. Pojat eivät siis olleet osanneet yhdistelmätehtäviä kovin hyvin, vaikka olivat niitä runsaasti valinneet. Miksi pojat eivät olleet valinneet jotain muita kysymystyyppisiä? Yhdistelmätehtävät toki sijaitsivat samassa kokeessa (K 2015), joka on ollut kokonaispistemäärältään alin koe, eli ilmeisesti vaikea. Pojille koe näyttäytyy erityisen haastavana, sillä poikien kokonaispistemäärä on koko tutkitun ajan alhaisin ja lisäksi sukupuolten välinen ero siinä on kaikkein suurin. Yleisesti tarkasteltuna pojat olivat valinneet suppeita tuotostehtäviä tyttöjä enemmän ja näissä tehtävissä sukupuolten välinen osaaminen oli tasaisempaa kuin suorituskeskeisten tehtävien osaamisessa. Myös tiedon- ja ajattelutaidon tasojen kiinnostavuuden tarkastelu sukupuolten välillä kiinnittää huomiota, sillä pojat olivat valinneet erittäin paljon käsite- ja menetelmätietoa yhdistäviä tehtäviä, jotka koostuvat aina vähintään kahdesta osakysymyksestä. Olisi erityisen mielenkiintoista verrata muiden reaaliaineiden tehtävätyyppien osaamisen sekä tehtävien valinnan eroja sukupuolittain, voisiko tehtävätyyppinä pitkää sanallista vastausta vaativat tehtävät saada pojat lannistumaan? Tyttöjen kohdalla näin ei selkeästi ole, sillä tytöt ovat osanneet suppeita tuotostehtäviä ja suorituskeskeisiä tehtäviä yhtä hyvin. Saatu tulos voi olla osoitus poikien heikommasta lukutaidosta, joka on Pisa-tutkimuksessa havaittu olevan sukupuolten välillä Suomessa erityisen suurta ja eron olevan systemaattisesti kasvussa (Kupari ym. 2013).

Erityisen mielenkiintoinen ja yllättävä tulos koskee ajattelutaidon tasojen hallintaa ydinsisältöluokkien välillä. Ydinsisältöalueittain tarkasteltuna soveltamistehtävissä sukupuolet ovat osanneet yhtä hyvin tai lähes yhtä hyvin ja ekosysteemit-ydinsisältöalueen soveltamistehtäviä pojat ovat osanneet tyttöjä paremmin. Tämä on ainoa luokka jossa pojat ovat onnistuneet merkitsevästi tyttöjä paremmin, mistä ero johtuu? Yksi mahdollisuus on ekosysteemien soveltamistehtävien liitännäisyys muihin oppiaineisiin, jossa

poikien muiden luonnontieteen alojen korkea minäpystyvyys (esim. Uitto 2014) voi olla eduksi. Esimerkiksi S 2014 tehtävän 6. ”Elohopea, lyijy ja kadmium ovat ympäristömyrkkijä. Mistä näitä raskasmetalleja vapautuu ja miksi ne ovat haitallisia eliöille?” ratkaisussa myös esimerkiksi kemiasta ja maantiedosta on hyötyä. Lisäksi moniin soveltamistehtäviin liittyy kokeellisten kuvaajien tulkintaa, joka voi sinänsä olla tuttua myös muista oppiaineista.

Ydinsisältöalueista selvästi kiinnostavin ja parhaiten osattu alue molempien sukupuolten keskuudessa on biologinen evoluutio. Ydinsisältöalueista ekosysteemit ja perinnöllisyys taas jakavat selvästi tyttöjä ja poikia. Tyttöjen kiinnostus ja osaaminen suuntautuvat perinnöllisyyden tehtäviin kun taas poikien ekosysteemejä koskeviin tehtäviin. Olisi erittäin mielenkiintoista tutkia Rostilan (2014) luokittelemista tehtävistä kokelaiden varsinaista osaamista, sillä tuona tutkimusajankohtana oli tarjottu kaikkein eniten ”geneettinen jatkuvuus” ydinsisältöalueen tehtäviä. Miten sukupuolten välinen ero olisi näissä näkynyt?

Uiton (2014) tutkimuksessa tyttöjä kiinnosti merkitsevästi enemmän luonnonsuojelu ja ihmisen biologia. Näin näyttää olevan yksittäisten tehtävien kohdalla: tytöt olivat valinneet ihmisen biologiaa käsitteleviä tehtäviä huomattavasti poikia useammin, kuten myös tehtäviä, jotka koskivat luonnonsuojelua. Koska aikaisemmissa tutkimuksissa ei ole käytetty Yhdysvaltojen kansallisen tutkimusneuvoston (National Research Council 2012) ydinsisältömallia, ei nyt saatuja ydinsisältöalueiden kiinnostavuuksia voida suoraan verrata aiempiin tuloksiin. Karkea jaottelu näyttäisi tyttöjen olevan evoluution jälkeen kiinnostuneimpia yksilötason biologiasta (perinnöllisyys sekä molekyyleistä organismeihin) kun taas poikien kiinnostus suuntaa laajempien interaktioiden pariin.

Ekosysteemien kiinnostus poikien keskuudessa sekä toisaalta myös soveltamistehtävissä nouseva ero näyttää poikien ja tyttöjen välisen eron biologian osa-alueilla. Lukion uudessa opetussuunnitelmassa (LOPS 2015) biologian kurssit ovat muuttuneet. Uudessa kurssijaossa ensimmäinen kurssi koskee elämää ja evoluutiota ja toinen kurssi ekosysteemejä. Koska evoluutio-tema oli tässä tutkimuksessa molempien sukupuolten mukaan kaikkein

kiinnostavin sekä parhaiten osattu ja ekosysteemit-aiheissa poikien osaaminen nousi jopa tyttöjen osaamisen edelle, voi tämä uusi kurssijako olla pojille mielekäs ja saada heidät mahdollisesti kiinnostumaan biologiasta aiempaa enemmän.

Kaikkiaan tarkasteltuna sukupuolten välillä on selkeä ero sekä kiinnostuksessa biologisia ydinalueita kohtaan että niiden haasteiden osaamisessa. Tytöt näyttävät hallitsevan biologiaa poikia paremmin, mutta epäselväksi jää selittääkö tehtävien tekninen haastavuus poikien osaamista enemmän kuin varsinainen aiheen hallinta. Kuitenkin mielenkiintoista on tyttöjen ja poikien erojen tasaantuminen soveltamista vaativissa tehtävissä. Kaventuma ei kuitenkaan näy esimerkiksi arviointia vaativien tehtävien kohdalla, joten ero ei liene johdu poikien haastavampien ajattelutaitojen hallinnasta yleisesti. Soveltamistehtävissä eron kapenemisen syy on toistaiseksi epäselvä, mutta tasa-arvoisen opetuksen kannalta aihetta tulisi tutkia tarkemmin.

### **7.3.1 Piilo-opetussuunnitelma sukupuolinormien toisintajana**

Mikä sukupuolten eroja pitää yllä? Yksi vastaus voi olla piilo-opetussuunnitelma, jolla tarkoitetaan kaikkea sitä koulun toimintakulttuuriin ja kouluympäristöön liittyvää toimintaa ja säännöstöä, jota todellisuudessa ei ole kirjattu opetussuunnitelmaan (esim. Antikainen 2006). Piilo-opetussuunnitelman hallinta on opiskelijan opintojen menestymisen kannalta tärkeää: piilo-opetussuunnitelma kertoo miten toimia missäkin tilanteessa; mitä tehdään ja milloin, milloin saa puhua ja kenen kanssa, mitkä asiat ovat tärkeitä huolehtia ja mistä voi olla välittämättä, miten saa hyvän arvosanan (käytös, tenttikysymysten täpät, mitä kokeessa todella arvioidaan), miten on sopivaa pukeutua, ja niin edelleen. Varsinainen opetussuunnitelma on sukupuolineutraali, mutta piilo-opetussuunnitelmassa huomataan koulun toisintavan sukupuolirooleja. Tyttöjä ja poikia kohdellaan eri tavalla ja odotukset eri sukupuolia kohtaan ovat erilaiset. Sukupuolten tasa-arvoon opetuksessa on kiinnitetty huomiota jo kauan, ja sukupuolten väliseen tasa-arvoon niin opetussuunnitelmien kehittämisessä, kouluarjessa kuin opettajankoulutuslaitoksellakin on etsitty ratkaisuja ja tehty



toimintamalleja (esim. Kuusi ym. 2009). Sukupuolineutraaliuteen pyrkimisestä voi olla myös haittaa, sillä sukupuolen huomiotta jättämisellä voidaan huomaamatta päätyä tilanteeseen, jossa esimerkiksi pojilta vaaditaan saman arvosanan saamiseksi vähemmän näyttöä kuin tytöiltä (esim. Kujala & Syrjäläinen 2010) ja kuten esimerkiksi Seppä (2013) tutkimuksessaan toteaa, on opettajien toiminta ja odotukset vahvasti erilaisia sukupuolten välillä, vaikkei opettaja itse tätä huomaa. Nyt tehty tutkimus osoittaa, että erot sukupuolten välillä koulutuksessa ovat edelleen läsnä, vaikka ero biologian osaamisen kannalta ei olekaan hälyttävän huono.

Käytännön merkitys sukupuolten välisestä erosta näkyy, ei ainoastaan ylioppilaskokeiden pistemäärien eroissa, vaan tulevaisuuden suuntautumisena biologisille aloille. Esimerkiksi vuosina 2012 – 2016 Helsingin yliopistolle biologisia aineita (Akvaattiset tieteet, Biologia (suomen ja ruotsin kieliset koulutusohjelmat) ja Ympäristötieteet (Helsinki ja Lahti)) opiskelemaan hakeneista naisia oli 69.7 – 71.8 %. Vastaavasti hakeneista hyväksytyiksi tulleiden naisten osuus vaihteli 70.6 – 79.1 % välillä. Biologisten alojen kiinnostus on siis selvästi naisvoittoinen, kuten jo lukioikäisillä vuonna 2014 (Uitto) tehty tutkimus eri tieteenalojen kiinnostuksesta tulevaisuuden ammatin kannalta osoitti.

Se, onko osasy syy kiinnostuksen eriytymisessä piilo-opetussuunnitelmassa vaiko luonnollisessa sukupuolten välisessä kiinnostuneisuudessa, jää vielä selvittämättä. Varmaa on kuitenkin se, että lukiossa, ainakin biologian osalta, pärjäämistä selittää opiskelijan sukupuoli.

## **8 Tutkimuksen luotettavuus**

### **8.1 Laadullinen luokittelu ja tulosten vertailtavuus**

Laadullinen luokittelu on subjektiivista, mutta tulosten luotettavuuteen voidaan vaikuttaa. Koetehtävien sisällön analyysin luotettavuuden parantamiseksi tässä tutkimuksessa on tehty useita toistoja luokitteluissa, joiden välillä on ollut

viikkoja tai jopa kuukausia. Lisäksi luokittelun apuna käytettiin luotettavuutta parantavaa vertaisluokittelua. (Tuomi & Sarajärvi 2004.) Laadullisten luokkien mahdollisimmat tarkkaan kuvatut määritelmät sekä jokaisen tehtävän tarkat luokittelutulokset (Liitteet 2– 4) lisäävät luokittelun toistettavuutta sekä tulosten vertailtavuutta.

## **Tehtävätyypit**

Tehtävätyyppejä on käytetty aikaisemminkin koetehtävien arvioinnissa (esim. Rostila 2014; Tikkanen 2010), mutta luokittelutavat voivat silti erota toisistaan eikä tulosten vertailtavuus ole yksiselitteistä. Esimerkiksi Rostila (2014) luokitteli kaikki risteytyskaavioihin liittyvät tehtävät suorituskeskeisiksi tuotoksiksi, kun taas tässä tutkimuksessa ainoastaan risteytyskaavion laatiminen oli automaattisesti suorituskeskeinen tehtävä, valmiin risteytyskaavion tulkinta sitä vastoin oli yleensä suppea tuotos. Luokitteluperusteiden huomioinnilla tulokset ovat kuitenkin hyvin vertailukelpoisia.

## **Tiedon- ja ajattelutaidon tasojen luokat**

Uudistettu Bloomin taksonomia (Anderson ym. 2001; Krathwohl 2002) on erittäin toimiva luokittelutaksonomia, jonka avulla tehtävien luokittelu on yleisesti ottaen yhteneväistä. Sitä käytetään muun muassa uudistetussa sähköisessä ylioppilaskirjoitusten tehtäväluokituksessa. Tulosten yleistettävyys muiden taksonomiaa käyttäneiden ylioppilaskirjoituksia analysoineiden tulosten kanssa ei kuitenkaan ole itsestäänselvyys, sillä esimerkiksi Tikkanen (2010) luokitteli kaikki essee-vastausta vaativat tehtävät ajattelutaidoilta luoda-luokkaan, kun taas tässä tutkimuksessa essee-tehtävien vaatimusta tarkasteltiin jokaisen tehtävän kohdalta erikseen, tehtävätyyppi ei siis automaattisesti määrännyt ajattelutaidon tasoa. Luokitteluperusteisiin tutustumalla tuloksista kuitenkin on helppo saada yhteneväisiä. Esimerkiksi tässä tutkimuksessa ajattelutaitojen painotus voimakkaasti alemman vaatimuksen tasoille ei ole täysin yhteneväinen aiempien reaaliaineiden koetehtävien tutkimusten kanssa (esim. Tikkanen 2010; Syrjö 2015), mutta ero selittyy essee-tehtävien luokitteluperusteita tarkastelemalla.

## **Ydinsisällöt**

Aiemmassa tutkimuksessa (Rostila 2014) yleisin ydinsisältöalue oli ”geneettinen jatkuvuus”, joka poikkeaa nyt saadusta tuloksesta. Ero näiden välillä voi johtua erilaisesta luokittelurungosta; Rostila (2014) on käyttänyt luokittelussa vanhempaa ydinsisältömallia (National Research Council 1996), jossa luokkia on kuusi, nyt käytetyn uudemman neljän luokan sijaan. Uudessa luokittelumallissa ydinsisältöalue molekyyleistä organismeihin vastaa osittain vanhan ydinsisältömallin kolmea luokkaa (ylläpito ja tasapaino, energia, aine ja organisoituminen sekä kasvu, kehitys ja erilaistuminen). Tutkimustulosten vertailtavuus ei siksi ole täysin yksiselitteistä, mutta mahdollista luokitteluperusteisiin tutustumalla.

### **8.2 Tilastolliset menetelmät ja tunnusluvut**

Kaikkien tutkittujen koetehtävuokkien keskiarvojen vertailtavuus ei ole täysin luotettavaa, sillä luokkien välillä voi olla suurta vaihtelua. Jotkin luokat saattavat sisältää vain muutaman koetehtävän, toisissa koetehtäviä voi olla kymmeniä. Mitä vähemmän koetehtäviä luokkaan kuuluu, sitä suurempi todennäköisyys koetehtävien muiden kuin tutkittujen ominaisuuksien vaikutuksella voi olla. Kuitenkin keskiarvoja tai valintaprosentteja tutkittaessa on hyvä huomioida määrällisen aineiston erittäin suuri koko ja aineiston kattavan kaikki kyseisiin ylioppilaskokeisiin osallistuneiden kokelaiden pisteytykset. Näin ollen kyse on kokonaistutkimuksesta, jossa kuvataan koko perusjoukko eikä tuloksia vääristä otannan vaikutus (Metsämuuronen 2011).

Aineiston suuri koko voi nostaa tilastollisten merkitsevyyksien määrää, mutta aineiston koolla ei pitäisi olla suurta merkitystä mitattuun efektiin kokoon (Metsämuuronen 2011). Tässä työssä monet tutkitut luokat sisälsivät tilastollisesti merkitseviä tuloksia, efektiin koon jäädessä kuitenkin aina erittäin pieneksi. Tilastollisia merkitsevyyksiä ei kuitenkaan tarvitse vähätellä, sillä tutkimus koskee koko perusjoukkoa ja tulokset ovat siksi luotettavia. Efektin koon pienuus on tämän tutkimuksen valossa oletettava tulos, sillä kokeista

saatuihin pistemääriin tulisi jo kokeen sisäisen validiteetin kannalta vaikuttaa enemmän opiskelijoiden todellinen osaaminen, kuin tutkitut luokat. Tästä selvänä merkinä voidaan pitää tuloksissa saatujen hajontalukujen suhdetta tutkittuihin keskiarvoihin: suhdeluku eli variaatiokerroin on noin 20 – 50 % luokkaa, vaihtelu on siis erittäin suurta. Luokissa esiintyvä vaihtelu voi johtua sekä kokelaiden osaamisen vaihtelusta että luokiteltujen ryhmien tehtävien sisällöllisten ja rakenteellisten seikkojen laadullisesta vaihtelusta. Tehtävät vaihtelevat luokkien sisällä, eivätkä ne mittaa puhtaasti vain esimerkiksi ydinsisältöaluetta. Voidaankin ajatella, että luokiteltujen tehtävien osaamisessa on suurta vaihtelua, sillä on mahdotonta tehdä tehtäviä, jotka mittaisivat puhtaasti vain tutkittua laadullista luokkaa.

Näin ollen voidaan ajatella pienten efektin kokojen tarkoittavan, että tutkitut asiat liittyvät tehtävien haasteisiin, mutta suurin selitys tehtävistä saatuihin pistemääriin on muilla tekijöillä, kuten luokkien sisäisellä vaihtelulla, opetuksen onnistumisella ja opiskelijoiden omatoimisella harjoittelulla.

## **9 Tutkimustulosten hyödyntäminen arvioinnin kehittämisessä**

Sekä Koban ja Tweedin (2009) että Kervisen (2015) tutkimuksiin nojaten suosittelen sekä opetukseen että arviointiin lisättävän ajattelutaidolta vaativampia tasoja käsitetiedon seuraksi. Virhekäsitysten löytämiseksi ja korjaamiseksi sekä kokonaisvaltaisemman oppimisen vuoksi käsitetietoa tulee opetella ymmärtämistä korkeammalla tasolla.

Lisäksi tehtävissä onnistumisen takaamiseksi tehtävänannon aktiivisten verbien käyttöön tulisi kiinnittää erityistä huomiota, sillä selkeät tavoitteet tukevat oppimista (esim. Biggs & Tang 2007). Näin ollen tehtävästä tulisi löytyä verbi, joka kuvaa mitä tehtävältä halutaan ja verbin tulisi olla selkeätulkintainen. Esimerkiksi kevään 2012 viimeisessä tehtävässä (+12) käytetään verbiä ”tarkastele” mutta hyvän vastauksen piirteissä (YTL 2013) käytetään tehtävän suorittamiseen verbiä ”arvioi”. Näin ollen tehtävät on voineet olla myös liian

tulkinnanvaraisia, tai ne on voitu tarkoittaa haastavammaksi kuin tehtävänannon sanallinen osa antaa ymmärtää.

Valintatehtävien määrän lisääminen ylioppilaskokeissa olisi valintatehtävän aihe kattavuuden kannalta järkevää (McTighe & Ferrara 1998), mutta valintatehtävien laatijoille olisi hyvä tarjota koulutusta laadukkaiden valintatehtävien takaamiseksi (valintatehtävien laadinta vaatii ammattitaitoa, esim. Downing 2006; Pelton & Pelton 2006). Valintatehtävät monipuolistaisivat arviointia sekä voisivat laajentaa oppisisältöjen testausta samalla vähentäen mahdollisesti kokelaiden tenttijännitystä (Tikkanen 2010).

Sukupuolten välisen eron kuromiseksi kokeiden sisällöllistä vaihtelevuutta tulisi lisätä (pojilla menestys on ollut huonointa ylivoimaisesti edustetuimmassa ydinsisältöalueessa) ja tehtävissä siirtyä käsitetiedon ymmärtämisestä haastavampiin tiedon- ja ajattelutaidon tasoihin. Varsinkin soveltamista vaativien tehtävien lisäämisellä voi olla pojille suotuisa vaikutus, sillä soveltamista vaativissa tehtävissä sukupuolten välinen ero on kapea. Lisäksi tehtävätyypeissä sekä sanallisessa tehtävänannossa selkeyteen painottaminen voivat olla hyödyllisiä erityisesti poikien näkökulmasta, sillä sukupuolten välinen ero on pienempi suppeissa tuotostehtävissä, kun taas laajat suorituskeskeiset tehtävät ovat olleet selvästi tytöille edullisempia. Lisäksi poikien kiinnostus osatehtäviä sisältäviä tehtäviä kohtaan on ilmeinen, jonka takia tehtävien tekniseen toteutukseen on hyvä kiinnittää erityistä huomiota.

## **9.1 Biologian arviointi uuden lukion opetussuunnitelman sekä tämän tutkimuksen valossa**

Lukion uudessa opetussuunnitelmassa korostetaan niin yleisesti kuin biologiankin osalta opiskelijan omatoimisuutta ja vastuuta oppimisprosessista, eli uudistetun Bloomin taksonomian tiedon tason viimeinen luokka ”metakognitiivinen tieto” on huomioitu tavoitteissa. Lukion uudessa opetussuunnitelmassa (LOPS 2015: 140) biologian tavoitteissa mainitaan:

”saa ohjausta omien tavoitteiden asettamisessa sekä tukea ja kannustusta oppimisprosessin eri vaiheissa”

Uudessa opetussuunnitelmassa biologian osaamisen arviointiin on kirjattu monipuolisesti taksonomian tiedon- ja ajattelutaidon tasoja (LOPS 2015: 141):

”Arviointi ohjaa opiskelijaa tulemaan tietoiseksi omista työskentelytavoistaan ja kehittämään omaa osaamistaan. Arvioinnissa keskeisiä kohteita ovat opiskelijan tiedot, kuten biologian peruskäsitteiden hallinta, ja taidot, kuten ajattelu-, argumentointi- ja tutkimustaidot. Arvioinnissa otetaan huomioon opiskelijan kyky ymmärtää, soveltaa, analysoida, yhdistellä, arvioida, havainnollistaa ja esittää biologista tietoa erilaisissa tilanteissa.”

Lisäksi uudessa opetussuunnitelmassa painotetaan digitalisaation luomia mahdollisuuksia opetuksessa (LOPS 2015: 140):

”osaa hankkia, käsitellä, analysoida ja tulkita tutkimusaineistoa sekä arvioida ja esittää tutkimustuloksia”,

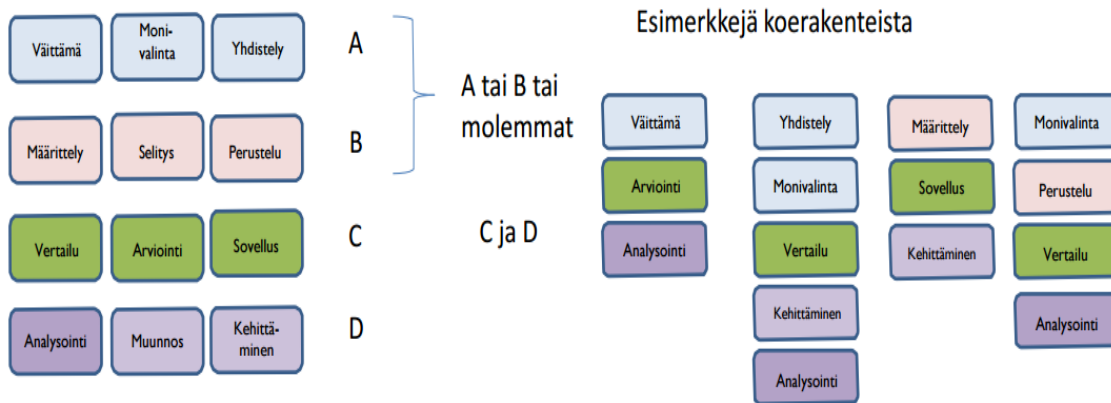
”osaa työskennellä digitaalisissa opiskeluympäristöissä, laboratoriossa ja maastossa”.

Uuden opetussuunnitelman paineessa biologian arvioinnissa on tapahtuttava muutos aiempaan nähden.

### **9.1.1 Sähköinen ylioppilaskoe summatiivisen arvioinnin mittarina**

Ylioppilaskokeet sähköistyvät, joka biologian osalta on tapahtumassa kevään 2018 tutkintokerralla. Uudet reaaliaineiden ylioppilaskokeet muuttuvat usealla tapaa, joista arvioinnin kannalta merkittävimmät muutokset liittyvät tehtävien pisteytykseen ja tehtävien luokitteluun; moduuleihin. Uudessa ylioppilaskokeessa tehtävät on jaettu uudistettua Bloomin taksonomiaa hyväksi käyttäen moduuleihin, joiden haasteet vaihtelevat (YTL sähköinen ylioppilastutkinto). Moduuleja on neljä (A – D), jotka itsessään jakautuvat kolmeen osa-alueeseen. A -moduuli vastaa kuvaukseltaan valintatehtävytyyppejä, B -moduuli suppeita tuotostehtäviä painoarvolla ymmärtämistä vaativat ajattelutaidon tasot, C ja D -moduulit puolestaan

vastaisivat korkeamman luokan ajattelutaitoja ja mahdollisesti enemmän suorituskeskeisiä tehtävätyyppejä. Jokaisessa kokeessa on tarkoitus olla A ja/tai B moduulin tehtävä/tehtäviä sekä C ja D moduulien tehtäviä, kuten Kuviossa 10 on esitetty.



**Kuvio 10.** Sähköisen ylioppilaskokeen tehtävämoduulit. (YTL sähköinen ylioppilastutkinto)

Suuri muutos tehtävissä tulee koskemaan lisäksi tehtävien pistemäärää, joka uudessa kokeessa on maksimissaan 120. Näin ollen kaikki tehtävät eivät ole pistemääriltään saman arvoisia, kuten vanhassa kokeessa jokeritehtäviä lukuun ottamatta oli. Muuttuneiden pistemäärien vaikutus koearvosanoihin sekä tehtävien haastavuus pistemäärään nähden ovat aiheita, joita tulevaisuudessa on syytä tarkastella, sillä tehtävätyyppi oli nyt tutkituissa kokeissa eniten pistemäärää selittävä tekijä. Tämä tutkimus on hyvä ankkuri, johon kehitystä voidaan verrata. Kehityksen seuraaminen on tärkeää, sillä se mahdollistaa yleisesti lukion opetussuunnitelman tarkastelun; mihin suuntaan uusi LOPS vie arviointia ja oppimista. Sekä tämän tutkimuksen, että aiheen mahdollisten jatkotutkimusten tulosten perusteella voidaan seuraavan opetussuunnitelmanmuutoksen lähestyessä pohtia biologian opetuksen ja arvioinnin suuntaviivoja, sillä summatiivista arviointia, tässä tapauksessa ylioppilastutkintokokeita, voidaan hyödyntää esimerkiksi koulutusjärjestelmän, opetussuunnitelmien tai tutkinnon perusteiden kehittämisessä (Jakku-Sihvonen 2013).

Uusi ylioppilaskoetehtävien moduulirakenne takaa luotettavamman ajattelutaidon tasojen sekä tehtävätyyppien esiintyvyyden ja järkevästi laadittuna uuden rakenteen tulisi häivyttää esimerkiksi vuodenaikojen välistä vaihtelua saaduissa pistemäärissä. On kuitenkin hyvä muistaa biologisten ydinsisältöjen esiintyvyys: olisi suotavaa ydinsisältöjen jakautuvan mahdollisimman hajanaisesti ja vaihtelevasti moduulien välille. Olisi myös suotavaa, että A-moduulin valintatehtäviä kysyttäisiin myös muulla kuin muistamisen tasolla, sillä tarkkaan laadittujen valintatehtävien avulla voidaan tutkia kattavasti esimerkiksi analysointia, synteisien tekemistä ja arviointia (Pelton & Pelton 2006). A-moduulin erikoisuus onkin sen määrittelyn liittyessä enemmän tehtävätyyppiin muiden moduulien linkittyessä ajattelutaidon tasoihin. Toivon, että soveltaminen ja menetelmätiedon lisääminen nostaisivat biologian ylioppilaskokeiden kokonaispistemäärät taas nousuun nykyisen laskusuhdanteen sijaan ja sukupuolten välinen ero osaamisessa sitä kautta myös tasaantuisi.



## 10 Kiitokset

Kiitän Ylioppilastutkintolautakuntaa määrällisen aineiston luovuttamisesta tutkimuskäyttöön. Ilman aineistoa tutkimus olisi jäänyt vain raapaisuksi todellisuudesta, enkä olisi voinut uppoutua lukemattomia tunteja äärimmäisen kiinnostavan aineiston pariin.

Kiitän ohjaajiani, jotka olivat innostavia ja rohkaisevia koko työskentelyn ajan. Anna Uitto kiitän erityisesti tutkimuksen idean suunnitteluvaiheen korvaamattomasta avusta sekä aineiston hankinnasta, Viivi Virtasta haluan muistaa erityisellä lämmöllä rohkaisevista ja suuntaa antavista kommenteista ja Henna Asikaista rehellisistä ja erittäin tervetulleista kommenteista. Ilman teitä olisin ollut monta kertaa hukassa.

Erityiskiitokset haluan lämmöllä osoittaa lapsilleni, Severille ja Vernerille, olette aina minulle kaikki kaikessa, sekä puolisollessi, jonka usko minuun ei loppunut silloin kun se itseltäni loppui. Kiitän rohkaisusta myös vanhempiani sekä siskoja. Lämmin kiitos kuuluu lisäksi ystäväilleni, jotka ovat jaksaneet tukea ja kannustaa sekä maltillisesti kuunnella (tai olla kuuntelevinaan) välillä turhankin innostunutta kerrontaa mielenkiitoisista tutkimustuloksista. Teidän kaikkien tuella tämäkin saatiin valmiiksi!

## Kirjallisuus

- Aivelo, T. (2013). *Genetiikan opetus suomalaisessa lukiossa. Oppikirjat ja lukiolaisten käsitykset geenien toiminnasta*. Kasvatustieteen, erityisesti biologian ainedidaktiikan syventävien opintojen tutkielma. Helsinki: Opettajankoulutuslaitos
- Aksela, M., Tikkanen, G. & Kärnä, P. (2012). Mielekäs luonnontieteiden opetus: Miten tukea oppilaiden ajattelua ja ymmärtämistä. *Luonnontieteiden opetuksen kehittämishaasteita 2012*. Helsinki: Opetushallitus
- Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J. & Wittrock, M.C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (Complete edition). New York: Longman.
- Antikainen, A., Rinne, R. & Koski, L. (2006). *Kasvatussosiologia*. Helsinki: WSOY oppimateriaalit.
- Atjonen, P. (2005). Eettisesti laadukas opetus. Teoksessa O. Luukkainen & R. Valli (toim.), *Kaksitoista teesiä opettajalle*. Jyväskylä: PS-kustannus, 53–66.
- Atjonen, P. (2007). *Hyvä, paha arviointi*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 19–170.
- Bahar, M., Johnstone A.H., & Hansell, M.H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review* 84 (2), 191–215.
- Baram-Tsabari, A. & Yarden, A. (2010). Quantifying the gender gap in science interests. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(3), 523–550.
- Bell, B. (2007). Classroom assessment of science learning. Teoksessa S. K. Abell, & N. G. Lederman (toim.), *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 965–995.
- Biggs, J. & Tang, C. (2007). *Teaching for quality learning at university*. New York: Open University Press.
- Bloom, B., Englehart, M. Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York, Toronto: Longmans, Green.
- Britner, S. L. & Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 485–499.
- Brown, G. A., Bull, J., & Pendlebury, M. (2013). *Assessing student learning in higher education*. Routledge.
- Brownell, S.E., Freeman, S., Wenderoth, M.P., Crowe, A.J. (2014). BioCore Guide: A Tool for Interpreting the Core Concepts of Vision and Change for Biology Majors. — *CBE Life Sciences Education*, (13)2.
- Cohen, J. (1973). Eta-squared and partial eta-squared in fixed factor ANOVA designs. *Educational and Psychological Measurement*, 33, 107– 112.
- Crisp, V., & Sweiry, E. (2006). Can a picture ruin a thousand words? The effects of visual resources in exam questions. *Educational Research*, 48(2), 139-154.

- Doran, R. L., Lawrenz, F. & Helgeson, S. (1994). Research on assessment in science. Teoksessa D. L. Gabel (toim.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan Publishing Company, 388– 427.
- Downing, S. M. (2002). Assessment of knowledge with written test forms. Teoksessa G. R. Norman, C. Vleuten & C. V. D. Newble (toim.), *International handbook of research in medical education*. Dordrecht: Springer
- Downing, S. M. (2006). Selected-response item formats in test development. Teoksessa S. M. Downing & T. M. Haladyna (toim.), *Handbook of test development*. London: Routledge
- Eloranta, V. (2005). Miksi opettaa ja opiskella biologiaa? — Kirjassa I. Palmberg (toim.), *Biologia eläväksi. Biologian didaktiikka: 17—29*. PS-Kustannus, Jyväskylä. 365 s.
- Eskola, J. & Suoranta, J. (1998). *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Tampere. Vastapaino
- Goldenfeld, N. & Woese, C. (2007). Biology's next revolution. *Nature*, 445(7126), 369-369.
- Heinonen, V. & Viljanen, E. (1980). *Evaluaatio koulussa*. Keuruu: Otava, 11–266.
- Jakku-Sihvonen, R. (2013). Oppimistulosten arviointijärjestelmistä ja niiden kehittämishaasteista. Teoksessa Räisänen, A. (toim.) *Arvioinnin kontekstit ja käytännöt. Koulutuksen seurantaraportit 2013:3*. Helsinki: Opetushallitus 13–35
- Kampourakis, K. (2013). *The Philosophy of Biology: A Companion for Educators, History, Philosophy and Theory of the Life Sciences 1*. Dordrecht: Springer Science + Media.
- Kervinen, A. (2015). *Biologian yliopisto-opiskelijoiden virhekäsitykset fotosynteesistä*. — Pro gradu. Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden tiedekunta, Biotieteiden laitos, kasviologia.
- Kinchin, I.M. (2010). Solving Cordelia's Dilemma: threshold concepts within a punctuated model of learning. — *Journal of Biological Education*. 44: 53-57.
- Koba, S. & Tweed, A. (2009). *Hard-to-teach biology concepts. A framework to deepen student understanding*. — National Science Teachers Association. USA.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.
- Kujala, T. & Syrjäläinen, E. (2010). Sukupuolitietoinen tasa-arvokasvatus – valettu aihe opettajankoulutuksessa ja koulun arjessa. Teoksessa M. Suortamo, L. Tainio, E. Ikävalko, T. Palmu & S. Tani (toim.) 2010. *Sukupuoli ja tasa-arvo koulussa*. Juva: PS-Kustannus.
- Kupari, P., Välijärvi, J., Andersson, L., Arffman, I., Nissinen, K., Puhakka, E. & Vettenranta J. (2013). PISA12 ensituloksia. *Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2013:20* Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriö
- Kuusi, H., Jakku-Sihvonen, R., & Koramo, M. (2009). Koulutus ja sukupuolten tasa-arvo. *Sosiaali-ja terveysministeriön selvityksiä*, 52.
- Kyngäs, H. & Vanhanen, L. (1999). *Sisällön analyysi*. Hoitotiede, 11, 1.
- Kärnä, P., Hakonen, R., & Kuusela, J. (2012). Luonnontieteellinen osaaminen perusopetuksen 9. luokalla 2011. *Koulutuksen seurantaraportti 2012:2*. Helsinki: Opetushallitus.
- Lindblom-Ylänne S. (2003). Oppimisen psykologia ja ylioppilastutkinto. Teoksessa A. Lahtinen & L. Houtsonen (toim.), *Oppi osaamiseksi-tieto tulokseksi: Ylioppilastutkinnon 150-juhlavuotisseminaari*. Helsinki, 38.

- Lindblom-Ylänne, S. & Nevgi, A. (2002). Oppimisen arviointi – laadukkaan opetuksen perusta. –Teoksessa: S. Lindblom-Ylänne & A. Nevgi (Toim.), *Yliopisto- ja korkeakouluopettajan käsikirja*: 253–267. Helsinki: WSOY oppimateriaalit. 505 s.
- LOPS 2003, 2015 – Opetushallitus (2003, 2015). *Lukion opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Opetushallitus
- Mayr, E. (1997). *This is biology: the science of the living world*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge. 352
- McMillan, J. H. (2008). *Assessment essentials for standards-based education*. 2nd edition. Thousand Oaks, CA: Corwin Press
- McTighe, J., & Ferrara, S. (1998). *Assessing Learning in the Classroom. Student Assessment Series*. Washington D.C.: National Education Association.
- Metsämuuronen, J. (2011). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. Helsinki: International Methelp, cop.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: Academic Press.
- National Research Council. (2008). *Role of Theory in Advancing 21<sup>st</sup> Century Biology: Catalyzing Transformative Research*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Ouakrim-Soivio, N. (2013). ”Sitä osataan, mitä oppiaineiden tavoitteissa määritellään ja päättöarvioinnin kriteereillä arvioidaan” Teoksessa A. Räisänen (toim.), *Arvioinnin kontekstit ja käytännöt. Koulutuksen seurantaraportit 2013:3*. Helsinki: Opetushallitus 141–158.
- Pelton, T. & Pelton, L. F. (2006). Introducing a computer-adaptive testing system to a small school district. *Online assessment and measurement: Case studies from higher education, K-12, and corporate*, 143-156.
- Plake, B. S. (2005). Doesn't everybody know that 70 % is passing? Teoksessa R. P. Phelps (toim.), *Defending standardized testing*. Mahwah, NJ: Routledge
- Rajakorpi, A. (2000). Matematiikan ja luonnontieteiden opetuksen kehittämishankkeen toinen lähtötasoarviointi. Peruskoulussa ja lukiassa syksyllä 1999 pidetyn luonnontieteen kokeen tulokset. *Arviointi 10/2000*, Helsinki: Opetushallitus. Yliopistopaino.
- Rostila, A. (2014). *Biologian ainereaalien tehtävätyypit, teemat ja tiedolliset haasteet vuosina 2006–2009*. Kasvatustieteen, erityisesti biologian didaktiikan, syventävien opintojen tutkielma. Helsinki: Opettajankoulutuslaitos.
- Seppä, E. (2013). Opettajan ajattelun ja toiminnan sukupuolitietoisuus perusopetuksessa ”...oppimiseen liittyvät erot näkyy ja kyllä se (oppilaan sukupuoli) näkyy siinä omassa työssäki hieman. ...” – pro gradu -tutkielma. Tampere: Tampereen yliopisto, kasvatustieteiden yksikkö.
- Struyven, K., Dochy, F. & Janssens, S. (2005). Students' perceptions about evaluation and assessment in higher education: A review. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 30, 325–341
- Syrjö, A. (2015). *Tehtävävalinnat ja menestyminen fysiikan ainereaalissa sukupuolen ja fysiikan lukio-oppikirjasarjan valossa*. – pro gradu -tutkielma. Helsinki: Fysikaalisten tieteiden laitos.

- Tikkanen, G. (2010). *Kemian ylioppilaskokeen tehtävät summatiivisen arvioinnin välineenä*. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2004). Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Tähtinen, A. (2011). *Orgaaninen kemia ylioppilaskoetehtävissä 1996–2011*. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Uitto, A. (2012). Näkökulmia biologian oppimisen kehittämiseksi. Teoksessa P., Kärnä, L., Houtsonen & T., Tähkä (Toim.). (2012). *Luonnontieteiden opetuksen kehittämishaasteita 2012*. Helsinki: Opetushallitus
- Uitto, A. (2014). Interest, attitudes and self-efficacy beliefs explaining upper-secondary school students' orientation towards biology-related careers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(6), 1425–1444.
- Uitto, A. (2016). Teoksessa *Ympäristöoppia opettamaan*. K. Juuti (toim.). Jyväskylä: PS-kustannus, s. 57-77
- Uitto, A., Juuti, K., Lavonen, J., & Meisalo, V. (2006). Students' interest in biology and their out-of-school experiences. *Journal of Biological Education*, 40(3), 124-129.
- Uitto, A., Kärnä, P., Hakonen, R. (2013). Työ- ja toimintatapojen yhteys biologian osaamiseen ja biologiasta pitämiseen peruskoulussa. —*LUMAT* 1(3): 263-278.
- Wakeford, R. (2003). Principles of student assessment. Teoksessa H. Fry, S. Ketteridge & S. Marshall (toim.), *A handbook for teaching & learning in higher education: Enhancing academic practice*. 2nd edition. London: Routledge, 42–61.
- Vilhunen, A. (2012). *Kehittämistutkimus: Tutkimuksellinen proteiinien opiskelu molekyyli gastronomian kontekstissa*. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Virtanen, V., Postareff, L. & Hailikari, T. (2015) Millainen arviointi tukee elinikäistä oppimista? *Yliopistopedagogiikka* 22, 3–11. Helsinki.
- Vitikainen, R. (2014). *Muistitietoa vai menetelmien soveltamista? – Kognitiiviset tiedot ja taidot maailmanuskontojen ylioppilaskoekysymyksissä vuosina 1996–2013*. Uskontotieteen Pro gradu-tutkielma, Teologinen tiedekunta. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- YLE Asia / Monimedia (2013). Abitreenit. Luettu 30.3.2016. Saatavissa: <http://abitreenit.yle.fi/yo-kokeet>.
- YTL 2011 – Ylioppilastutkintolautakunta (2011). Reaaliaineiden kokeiden määräykset. Määräys 30.9.2011. Saatavissa: [https://www.ylioppilastutkinto.fi/images/sivuston\\_tiedostot/Ohjeet/Koekohtaiset/fi\\_maaraykset\\_reaaliaineet.pdf](https://www.ylioppilastutkinto.fi/images/sivuston_tiedostot/Ohjeet/Koekohtaiset/fi_maaraykset_reaaliaineet.pdf)
- YTL 2013 – Ylioppilastutkintolautakunta (2013). Biologian koe 21.3.2014. Hyvän vastauksen piirteitä. Luettu 15.12.2016. Saatavissa: [http://yle.fi/progressive/fynd/oppiminen/oppiminen.yle.fi/uploads/2014\\_k\\_bi.pdf](http://yle.fi/progressive/fynd/oppiminen/oppiminen.yle.fi/uploads/2014_k_bi.pdf)
- YTL Sähköinen ylioppilastutkinto – reaaliaineet. Luettu 10.2.2017. Saatavissa: [https://www.ylioppilastutkinto.fi/images/sivuston\\_tiedostot/Sahkoinen\\_tutkinto/fi\\_sahko\\_inen\\_reaali.pdf](https://www.ylioppilastutkinto.fi/images/sivuston_tiedostot/Sahkoinen_tutkinto/fi_sahko_inen_reaali.pdf)

# Liitteet

## Liite 1. Biologian kurssien tavoitteet. (Muokattu LOPS 2003)

Pakolliset kurssit	Tavoitteet
<b>BI1: Eliömaailma</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee elämän tunnusmerkit ja perusedellytykset sekä tietää miten elämän ilmiöitä tutkitaan</li> <li>ymmärtää monimuotoisuuden biosysteemien eri tasoilla sekä ekosysteemien toimintaperiaatteen</li> <li>ymmärtää evoluution jatkuvuuden, mekanismit ja merkityksen</li> <li>tuntee muuntelun, sopeutumisen ja lajien välisten suhteiden merkityksen elämän kehitykselle</li> <li>osaa jäsentää nykyisen eliökunnan rakenteen ja tulkita sen kehitystä</li> <li>ymmärtää solun merkityksen, rakenteen, kehityksen sekä tunnistaa ja osaa tutkia erilaisia soluja</li> <li>osaa solun kemiallisen rakenteen ja toiminnan, osaa kytkeä ne yksilön toimintaan</li> <li>hallitsee energiatalouden prosessit ja merkityksen</li> <li>tuntee geneettisen informaation rakenteen, miten geenit ohjaavat solun toimintaa ja periytyminen lainalaisuuksien perusperiaatteet</li> <li>tietää miten soluja tutkitaan ja hallitsee kokeellisen työskentelyn taitoja</li> </ul>
<b>BI2: Solu- ja perinnöllisyys</b>	
<i>Syventävät kurssit</i>	
<i>BI3: Ympäristöekologia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>osaa ekologian perusteet, ymmärtää ihmisen toiminnan vaikutukset ja biodiversiteetin merkityksen</li> <li>hahmottaa ympäristöongelmien syitä ja seurauksia</li> <li>tutustuu suomalaisiin ekosysteemeihin</li> <li>osaa suunnitella, toteuttaa ja esittää tulokset ympäristön tilasta tehdystä pienestä tutkimuksesta sekä arvioida siihen käytettäviä menetelmiä</li> <li>kehittää ympäristölukutaitoaan, ymmärtää vastuunsa ympäristön tilasta ja osaa toimia kestäväen kehityksen periaatteiden mukaisesti.</li> </ul>
<i>BI4: Ihmisen biologia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>osaa ihmissolun erilaistumisen sekä kudosten ja elinten rakenteet</li> <li>ymmärtää kemiallisen tasapainon, hermoston toiminnan ja hormonaalisen viestinnän säätelymekanismit ja merkityksen</li> <li>ymmärtää lisääntymiseen ja elinkaareen liittyviä fysiologisia muutoksia, pystyy selittämään elimistön ulkoisen puolustautumisen ja sopeutumisen muutoksiin</li> <li>ymmärtää ihmisen lajinkehityksen, perimän ja ympäristön yhteisvaikutuksen ja tuntee merkityksellisimpien sairauksien syntymekanismeja</li> <li>pystyy tarkastelemaan oppimiaan asioita arkielämän esimerkkien avulla ja tutustumaan alan uutisiin, sekä arvioimaan niitä kriittisesti</li> </ul>
<i>BI5: Bioteknologia</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>syventää tietojään solun hienorakenteesta ja toiminnasta sekä ymmärtää elämän keskeisten molekyylien rakenteen ja merkityksen</li> <li>hallitsee tärkeimpien mikrobiryhmien rakenteen, toiminnan ja lisääntymisen</li> <li>tuntee geenien toiminnan ja säätelyn</li> <li>tuntee geenien etsintä- ja tunnistusmenetelmiä, geenien siirtämisen tekniikan, geeni- ja biotekniikan keskeiset käsitteet ja biotekniikan sovellukset</li> <li>pystyy arvioimaan biotekniikan mahdollisuuksia, uhkatekijöitä ja eettisiä ongelmia</li> </ul>

**Liite 2.** Koetehtävien jakautuminen tehtävätyyppeihin tutkintokertoittain. Numerot edustavat varsinaisten koetehtävien numeroita.

<b>TEHTÄVÄTYPPI</b>				
Tutkintokerta	Valinta	Suppea tuotos	Valinta + suppea tuotos	Suorituskeskeinen
<b>K 2011</b>	2	1, 5, 6, 8, 10		3, 4, 7, 9, 11, 12
<b>S 2011</b>		1, 2, 4, 6, 8		3, 5, 7, 9, 10, 11, 12
<b>K 2012</b>		1, 2, 4, 7		3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12
<b>S 2012</b>		1, 2, 3, 5, 6, 8		4, 7, 9, 10, 11, 12
<b>K 2013</b>	1	2, 3, 5, 7, 8		4, 6, 9, 10, 11, 12
<b>S 2013</b>		1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 12		6, 8, 9, 11
<b>K 2014</b>		1, 3, 5, 8, 9, 10		2, 4, 6, 7, 11, 12
<b>S 2014</b>		1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10		4, 6, 11, 12
<b>K 2015</b>		2, 5, 6, 8, 9, 10	1, 3	4, 7, 11, 12

**Liite 3.** Koetehtävien jakautuminen ydinsisältöalueisiin tutkintokerroittain. Numerot vastaavat todellisia koetehtävänumeroita.

	YDINSISÄLTÖALUEET			
	molekyyleistä organismeihin	ekosysteemit	perinnöllisyys	biologinen evoluutio
<b>K 2011</b>	1,2,3,7,11	4,6,8	5,9,10	12
<b>S 2011 *</b>	2, 5, 8, 11	1, 7, 8	6, 9, 10	3, 4, 12
<b>K 2012</b>	1, 3, 4, 7, 9, 10	5, 8	6	2, 11, 12
<b>S 2012</b>	1, 4, 6, 8, 9, 12	2, 3, 10, 11	7	5
<b>K 2013 *</b>	1, 2, 4, 7, 8, 10	5, 6, 12	9, 11	3
<b>S 2013</b>	1, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12	2, 7, 9	6	12
<b>K 2014</b>	1, 2, 4, 6, 7, 9, 10	5	8, 12	3, 11
<b>S 2014 **</b>	1, 2, 3, 5, 7, 12	6, 9, 11	4	10
<b>K 2015</b>	2, 3, 5, 7, 12	10, 11	6, 8, 9	1, 4

\* sama tehtävä useassa ydinsisältöalueessa

\*\* tehtävä 8 ei kuulu mihinkään ydinsisältöalueeseen ja puuttuu siksi listasta.



**Liite 4.** Koetehtävien jakautuminen tiedon ja ajattelutaidon tasoille tutkintokertojen mukaan. Riveillä ilmoitetaan tiedon tasot ja sarakkeissa ajattelutaidon tasot. Numerot vastaavat varsinaisten koetehtävien numeroita.

		muistaa	ymmärtää	soveltaa	arvioida
K 2011	fakta	2			
	käsite		1,3,4,7,10, 11,12	5, 8	
	menetelmä		9	6	
S 2011	fakta				
	käsite		1,2, 3, 4, 5,8,11,12	6	7
	menetelmä		9,10		
K 2012	fakta				
	käsite		1,2,3,4,7,8,10, 11,12	5	
	menetelmä			6	9
S 2012	fakta				
	käsite		1,2,3,6,9,10,11,12	4,7,8	
	käsite+menetelmä			5	
	menetelmä				
K2013	fakta	1			
	käsite		2,4,5,6,7,8,9,11,12		
	käsite+menetelmä		3		
	menetelmä		10		
S 2013	fakta	1,3			
	käsite		2,4,5,7,9,10,12		
	menetelmä		8	6,11	
K 2014	fakta				
	käsite		2,3,4,5,6,9,10,11	1,7,8	12
	menetelmä				
S 2014	fakta	1			
	käsite		2,3,5,6,9,10,12		11
	käsite+menetelmä			7	
	menetelmä		8	4	
K 2015	fakta	1			
	käsite		2,3,4,5,7,8,10,11,12		
	käsite+menetelmä			6	
	menetelmä		9		

**Liite 5.** Molekyyleistä organismeihin-ydinalueen tiedon ja ajattelutaidon tasolta vaihtelevien tehtävien osaaminen sukupuolten välillä.

Tiedon tasot	Ajattelutaidon tasot		KA	SD	<i>t</i>	df	<i>p</i>	Cohenin <i>d</i>
Faktatieto	Muistaa	pojat	3.33	1.77	-6.67	6518.52	0.000	-0.17
		tytöt	3.57	1.64				
Käsitieto	Ymmärtää	pojat	3.32	1.62	-15.61	80729	0.000	-0.01
		tytöt	3.51	1.62				
	Soveltaa	pojat	3.65	1.47	1.10	3194	0.271	
		tytöt	3.58	1.46				
	Arvioida	pojat	3.96	1.14	-3.25	1549	0.001	-0.17
		tytöt	4.14	1.09				
Käsite + menetelmätieto	Ymmärtää	pojat	3.01	1.43	-3.05	1952	0.002	-0.14
		tytöt	3.21	1.44				
	Soveltaa	pojat	3.76	1.23	-2.40	2568	0.017	-0.10
		tytöt	3.89	1.32				
Menetelmätieto	Ymmärtää	pojat	3.67	1.77	-4.21	2672.47	0.000	-0.16
		tytöt	3.93	1.67				
	Soveltaa	pojat	3.43	1.41	-2.11	3302	0.035	-0.07
		tytöt	3.54	1.38				
	Arvioida	pojat	2.68	1.11	-3.00	1005	0.003	-0.19
		tytöt	2.91	1.17				

*t* = *t*-testin arvo, df = vapausasteet, *p* = merkitsevyystaso (*p* < 0.001 erittäin merkitsevä, *p* < 0.01 merkitsevä, *p* < 0.05 melkein merkitsevä) Cohenin *d* = efektikoko (> 0.3 pieni)

**Liite 6.** Ekosysteemit-ydinalueen tiedon ja ajattelutaidon tasolta vaihtelevien tehtävien osaaminen sukupuolten välillä. **Tummennetut** tulokset osoittavat poikien korkeampia keskiarvoja tyttöihin nähden.

Tiedon tasot	Ajattelutaidon tasot		KA	SD	<i>t</i>	df	<i>p</i>	Cohenin <i>d</i>
Käsite	Ymmärtää	pojat	3.29	1.51	-6.60	32514	0.000	-0.07
		tytöt	3.40	1.50				
	<b>Soveltaa</b>	<b>pojat</b>	<b>3.74</b>	<b>1.36</b>	<b>3.69</b>	<b>3888</b>	<b>0.000</b>	<b>0.12</b>
		<b>tytöt</b>	<b>3.57</b>	<b>1.38</b>				
	Arvioida	pojat	3.91	1.61	-4.51	5152	0.000	-0.13
		tytöt	4.13	1.64				
Käsite + menetelmä	Ymmärtää	pojat	3.10	1.52	-3.10	3048	0.002	-0.11
		tytöt	3.28	1.52				
	<b>Soveltaa</b>	<b>pojat</b>	<b>4.37</b>	<b>1.07</b>	<b>5.53</b>	<b>1815.25</b>	<b>0.000</b>	<b>0.26</b>
		<b>tytöt</b>	<b>3.10</b>	<b>1.08</b>				
Menetelmä	Ymmärtää	pojat	3.30	1.64	-4.31	1004.08	0.000	-0.27
		tytöt	3.68	1.72				
	Soveltaa	pojat	2.90	1.24	-3.65	1839	0.000	-0.17
		tytöt	3.13	1.26				

*t* = *t*-testin arvo, df = vapausasteet, *p* = merkitsevyystaso (*p* < 0.001 erittäin merkitsevä, *p* < 0.01 merkitsevä, *p* < 0.05 melkein merkitsevä, 2-suuntainen) Cohenin *d* = efektikoko (> 0.3 pieni)

**Liite 7.** Perinnöllisyys-ydinalueen tiedon ja ajattelutaidon tasolta vaihtelevien tehtävien osaaminen sukupuolten välillä.

Tiedon tasot	Ajattelutaidon tasot		KA	SD	<i>t</i>	df	<i>p</i>	Cohenin <i>d</i>
Käsite	ymmärtää	pojat	3.10	1.55	-10.20	4172.82	0.000	-0.32
		tytöt	3.51	1.58				
	arvioida	pojat	4.03	1.75	-0.03	2710	0.972	
		tytöt	4.03	1.66				
Käsite + menetelmä	soveltaa	pojat	3.03	1.62	-3.56	2605	0.000	-0.14
		tytöt	3.28	1.62				
Menetelmä	ymmärtää	pojat	2.54	1.40	-4.55	3442	0.000	-0.16
		tytöt	2.78	1.42				
	soveltaa	pojat	3.76	2.06	-1.31	15504	0.189	
		tytöt	3.81	2.08				

*t* = *t*-testin arvo, df = vapausasteet, *p* = merkitsevyystaso (*p* < 0.001 erittäin merkitsevä, *p* < 0.01 merkitsevä, *p* < 0.05 melkein merkitsevä) Cohenin *d* = efektikoko (> 0.3 pieni)

**Liite 8.** Biologinen evoluutio -ydinalueen tiedon ja ajattelutaidon tasolta vaihtelevien tehtävien osaaminen sukupuolten välillä.

Tiedon taso	Ajattelutaidon taso		KA	SD	<i>t</i>	df	<i>p</i>	Cohenin <i>d</i>
Käsite	Ymmärtää	pojat	3.65	1.79	-3.71	14863.54	0.000	-0.06
		tytöt	3.74	1.76				
	Soveltaa	pojat	2.49	1.32	-6.04	2091	0.000	-0.26
		tytöt	2.86	1.33				
Käsite + menetelmä	Ymmärtää	pojat	3.96	1.15	-2.39	2757	0.017	-0.09
		tytöt	4.07	1.16				
	Soveltaa	pojat	3.39	1.30	-5.30	2552	0.000	-0.21
		tytöt	3.68	1.29				
Menetelmä	Soveltaa	pojat	3.68	1.23	-1.08	2698	0.280	
		tytöt	3.72	1.25				

*t* = *t*-testin arvo, *df* = vapausasteet, *p* = merkitsevyystaso (*p* < 0.001 erittäin merkitsevä, *p* < 0.01 merkitsevä, *p* < 0.05 melkein merkitsevä) Cohenin *d* = efektikoko (> 0.3 pieni)